



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní



Barvení netkaných textilií sublimačním postupem

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil
Studijní obor: 3107R007 – Textilní marketing
Autor práce: **Alena Schmidová**
Vedoucí práce: prof. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.





Dyeing nonwoven fabrics by a sublimation process

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil
Study branch: 3107R007 – Textile marketing - textile marketing
Author: **Alena Schmidová**
Supervisor: prof. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Alena Schmidová**
Osobní číslo: **T14000244**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Textilní marketing**
Název tématu: **Barvení netkaných textilií sublimačním postupem**
Zadávající katedra: **Katedra hodnocení textilií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vypracujte rešerši na téma barvení polyesterových vláken, velkou pozornost věnujte využití sublimace barviva při barvení.
2. Vyberte barviva vhodná pro sublimační tisk polyesterové netkané textilie.
3. Barviva definovaně naneste na vhodný inertní nosič (papír).
4. Optimalizujte podmínky přenosu barviva sublimací z nosiče na netkanou textilií, zaměřte se na množství barviva na nosiči, teplotu a čas přenosu, sledujte i stálosti vybarvení.
5. Výsledky diskutujte z hlediska možného využití.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Hladík, V.: Disperzní barviva, SNTL, Praha 1976

Carreher, Ch. E.: Polymer chemistry, CRC Press, New York 2008

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.


Katedra materiálového inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **27. března 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **4. května 2018**


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka




doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 5. prosince 2017

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Anotace

Cílem této bakalářské práce je navrhnout jednoduchou metodu barvení sublimačním postupem a mechanismus výpočtu času barvení pro sublimační tisk.

Teoretická část se věnuje literární rešerši na téma barvení netkaných textilií sublimačním postupem.

V experimentální části je definován použitý materiál, popis používaných přístrojů, vybraných barviv, příprava přenosového papíru a vyhodnocení stálosti v alkalickém potu a na světle.

Klíčová slova: netkané textilie, polyester, disperzní barviva, sublimační tisk, přenosový tisk.

Annotation

The aim of this bachelor thesis is to propose a simple method of staining the procedure of sublimation and the mechanism of calculating the time of dyeing for sublimation printing.

The theoretical part is devoted to a literature review on the topic of non-woven textiles by sublimation procedure.

In the experimental part is defined by the material used, a description of the used devices, the selected dyes, the preparation of the carrying paper and the evaluation of the stability of the fabric in alkaline sweat and to light.

Keywords: non-woven textiles, polyester, disperse dyes, sublimation printing, transfer printing.

Poděkování

Ráda bych poděkovala panu prof. Ing. Jakubu Wienerovi, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce, jeho ochotu, vstřícnost, podporu a cenné rady.

Dále bych chtěla poděkovat paní Ing. Janě Čandové, Ing. Marii Kašparové a paní Martině Čimburové za pomoc při pokusech v laboratořích.

V neposlední řadě bych také ráda poděkovala celé rodině a přátelům za jejich podporu po celou dobu studia.

Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratek.....	1
Úvod.....	1
Teoretická část	2
1 Netkané textilie.....	2
1.1 Historie.....	2
1.2 Vláknenné suroviny pro výrobu netkaných textilií.....	3
1.2.1 Druhy vláken pro výrobu netkaných textilií.....	3
1.3 Pojiva.....	4
1.3.1 Pojiva a jeho fyzikální formy.....	4
1.3.2 Proces nanášení pojiva.....	5
1.3.3 Požadavky na pojiva	5
1.4 Proces výroby netkaných textilií.....	5
1.4.1 Příprava vláknenné pavučiny.....	5
1.4.2 Příprava vláknenné vrstvy z taveniny polymeru.....	6
1.5 Lisování za zvýšené teploty	7
1.6 Úpravy netkaných textilií.....	8
1.6.1 Povrstvování	8
1.6.2 Vrstvení.....	9
1.6.3 Natavování povrchu textilie.....	9
1.6.4 Krepování netkaných textilií.....	9

2	Polyester	10
2.1	Historie polyesterových vláken.....	10
2.2	Výroba polyesterových vláken.....	10
2.2.1	Výroba polyesterového hedvábí	11
2.2.2	Výroba polyesterové stříže a kabelů	12
2.3	Základní vlastnosti polyesterových vláken	12
2.4	Použití polyesterových vláken	13
3	Přenosový tisk	14
3.1	Sublimační přenosový tisk	15
3.1.1	Historie.....	15
3.1.2	Dělení	15
3.1.2	Princip tisku	16
3.1.3	Vhodná barviva a materiály	17
4	Disperzní barviva.....	18
5	Experiment	20
5.1	Materiál, přístroje, chemikálie	20
5.1.1	Materiál.....	20
	Použité chemikálie.....	23
5.1.2	Přístroje.....	24
5.2	Výběr barviv.....	28
5.3	Příprava přenosového papíru.....	29
5.4	Sublimační tisk.....	30

5.5	Testování stálostí.....	30
5.5.1	Stálosti v alkalickém potu.....	30
5.5.2	Stálosti na světle	31
5.6	Kombinace barviv	32
6	Výsledky.....	34
6.1	Vyhodnocení vlivu teploty a času při přenosu barviva na netkanou textilií s RGB souřadnicemi	34
6.2	Vyhodnocení stálostí.....	46
6.2.1	Stálost v alkalickém potu.....	46
6.2.2	Stálost na světle	46
6.3	Vyhodnocení kombinací barviv	48
6.3.1	Dvojkombinace.....	48
6.3.2	Trojkombinace	49
6.4	Výpočetní mechanismus	50
	Použitá literatura	55
	Seznam obrázků.....	57
	Seznam tabulek.....	59

Seznam použitých symbolů a zkratek

Zkratka	Název
%	procento
°C	stupeň Celsia
μ	průměr
ba	bavlna
C. I.	Color Index
cN	centinewton
cm	centimetr
č.	číslo
ČSN	Československá státní norma
DPI	znamená počet (obrázkových) bodů na jeden palec
g	gram
kPa	kilopascal
l	litr
ln	len
Ltd	anglická společnost s ručením omezením
m	metr
m ²	metr čtverečný
ml	mililitr
mm	milimetr
min.	minuta
Pa	pascal
PES	polyester
pH	vodíkový exponent-míra kyselosti vodného roztoku
RGB	způsob míchání barev používaných pro monitory a projektory
s	sekunda
S	výběrová směrodatná odchylka
tex	jednotka jemnosti
UV	ultrafialové záření
v	variační koeficient
VS	viskóza

Úvod

Tato bakalářská práce vznikla na základě požadavku Národní knihovny České republiky pro potřeby restaurátorských dílen, jež se zabývají restaurováním uměleckých děl za pomoci japonského papíru. Ten je vyroben z bavlny a pro potřeby restaurování se barví, ale jeho nedostatečné mechanické vlastnosti mají negativní vliv při restaurátorském procesu. Používá se totiž pro lokální opravu trhlin a přehybů nebo pro celoplošné zpevňování knih.

Účelem této bakalářské práce je navrhnout jednoduchou metodu obarvení netkané polyesterové textilie, jež má vynikající mechanické vlastnosti a mohla by japonský papír plně nahradit.

Teoretická část práce obsahuje definice pojmů netkaných textilií, polyesterových vláken, přenosového tisku, sublimačního tisku a disperzních barviv. Netkané textilie jsou zpracovány z hlediska historie, vlákenných surovin pro výrobu netkaných textilií, druhů vláken a v neposlední řadě je zmíněn proces výroby netkaných textilií. Kapitola týkající se polyesteru se skládá z výroby polyesterových vláken, základních vlastností a možnosti využívání. Část věnující se přenosovému tisku je více zaměřena na sublimační tisk a jeho historii, dále na vhodné materiály a barviva používaná pro tento postup barvení. Poslední část kapitoly je věnována disperzním barvivům.

Praktická část bakalářské práce je zaměřena na rozbor testované netkané textilie a přístrojového vybavení pro experimentální část. Dále je zde rozebrán postup přípravy a výroby přenosových papírů. Je zde popsán postup sublimačního tisku a následného testování stálostí. Poslední část kapitoly se zabývá kombinací barviv a jejich pořadí při sublimačním tisku a vlivu jednotlivých barevných kombinací na výslednou barvu. Nedílnou součástí práce je vypracování tabulek pro výpočet času potřebného pro dosažení požadovaného odstínu při vzájemném kombinování základních barviv. Tento model je sestaven za pomoci RGB souřadnic. Výsledky jsou uvedeny v závěru práce.

Teoretická část

1 Netkané textilie

Do netkaných textilií se zařazuje velké spektrum výrobků získávaných různorodými technologiemi a strukturami. V současné době se netkané textilie vyrábí pro potřeby nových textilií se specifickými vlastnostmi. Rozvoj netkaných textilií je spojen s rozvojem specializovaného přístrojového vybavení a výzkumem potřebných specifických vlastností pro jednotlivé aplikace. [1]

„Netkaná textilie je vrstva vyrobená z jednosměrně nebo náhodně orientovaných vláken, spojených třením a/nebo kohezí a/nebo adhezí s výjimkou papíru a výrobků vyrobených tkaním, pletením, všíváním, proplétáním nebo plstěním.“ [1]

Výrobu netkaných textilií lze rozdělit do několika fází. Do první fáze patří příprava vlákenných surovin. Druhá fáze je výrobní, ta se rozděluje na přípravu vláknenné vrstvy a její zpevňování. Následně ořezávání okrajů, řezání a případného navíjení. Poslední fází je úprava, vrstvení, povrstvování. [2]

1.1 Historie

Snaha zpracovat odpadní materiály vznikající při čištění přírodních vláken vedla v 19. století k rozvoji nových technologií, a to zejména vpichování. Technologie vpichování umožnila zpracovat velkou část odpadů, výrobky z nich měly vlastnosti podobné vlastnostem plstí. Ekonomický pohled na věc je jedním z důvodů masového využívání výroby netkaných textilií. Ve 30. -50. letech se rozvoj netkaných textilií prudce zvýšil, především z důvodu efektivnější a levnější výroby plošných textilií, než při samotné výrobě nití s následným pletením či tkaním. Ve Spojených státech a později i v Československu se vyvinuly metody přímé tvorby vlákenných vrstev a možností jejich zpevňování termicky, mechanicky nebo adhezivou. [2]

Netkané textilie se rozdělují do skupin podle použití, jsou to například: obalové materiály, geotextilie, bytové textilie, čistící textilie, kapalinové a vzduchové filtry, vložkové materiály, oděvní textilie, agrotexilie, textilie pro automobilový průmysl, elektro materiály, zdravotnické textilie. [2]

1.2 Vláknenné suroviny pro výrobu netkaných textilií

Pro výrobu netkaných textilií se mohou používat vlákna v různých formách. Například se může jednat o samostatná vlákna ve vložce, ve formě pavučiny, rouna i přást, příze. [3]

Podle užití vláken ve vazbě nebo pojení textilního útvaru může být funkce vláken odlišná. Vlákna mohou tvořit celou kostru textilie v případě, že se jedná o textilie pojené stříkáním nebo impregnací. Dále mohou tvořit vaznou složku textilie pomocí využití plstící schopnosti. Vlákna také mohou být přetvořena technologickým procesem ve vazné svazky, jedná se o vpichované textilie nebo textilie proplétané bez vazných nití. Při výrobě netkaných textilií se využívají vlákna, která jsou použita ve formě pojivých vláken, nebo vazných nití. Vlákna mohou být pojivá s využitím jejich bobtnavosti, rozpustnosti, termoplastičnosti nebo sráživosti. [3]

1.2.1 Druhy vláken pro výrobu netkaných textilií

Pro výrobu netkaných textilií se využívají téměř všechna přírodní i chemická vlákna. Musíme si však uvědomit, že vlastnosti vláken, které se používají pro výrobu, mají výrazný vliv na užité vlastnosti netkaných textilií. Proto závisí volba materiálu na druhu výrobku a jeho použití.

Pro technické užití netkaných textilií jsou vhodná vlákna viskózy, acetátu celulózy, bavlny, polyamidu, polyesteru nebo vlny.

K výrobě textilií pro oděvy a spotřební užití jsou to vlákna z polyamidu, z polyesteru, z polyakrylonitrilu, z viskózy, z vlny, z acetátu nebo bavlny. Z vyjmenovaných materiálů pro výrobu netkaných textilií vyplývá, že vlastnosti netkaných textilií jsou z velké části ovlivněny jednotlivými druhy použitých vláken. [3]

Rozděluje textilie podle způsobu výroby nebo podle způsobu zpevnění na vrstvené a jednovrstvé. Vrstvené textilie jsou ty, které vznikly vrstvením alespoň jedné vláknenné vrstvy nebo s jinou plošnou textilií či netkaným útvarem. Jednoduché textilie jsou vytvořené jednou plošnou textilií. Netkané textilie mohou být zpevněné mechanickým vázáním textilie nebo pojením textilie. [2]

1.3 Pojiva

Pojivo je jedna ze základních složek pojených textilií. Forma použitého pojiva a jeho vlastnosti určují technologii a podmínky procesu pojení, část textilní struktury je ovlivněna rozmístěním pojiva ve vlákenné vrstvě. Forma pojiva určuje i mechanické vlastnosti a chemickou odolnost výrobku. Podle fyzikálního hlediska pojivo může být ve formě roztoku, disperze, pěny či pevné látky. [1]

1.3.1 Pojiva a jeho fyzikální formy

Mezi fyzikální formy pojiva patří roztoky polymerů, vodné disperze polymeru, tuhé polymery.

Roztoky polymerů:

- ve vodě,
- v organických rozpouštědlech.

Tuhé polymery:

- vyskytují se v podobě prášku, vláken, nití, síťovin, folií, vrstev z termoplastických vláken.

Vodné disperze polymeru

- zpěněné vodné disperze polymeru:
 - pěna patří mezi nestabilní systémy, protože mechanismus rozpadu závisí na stékání kapaliny tvořící blány mezi bublinami působením gravitace, tím se blány ztenčují. Při kritické tloušťce blána praskne.
- pasty:
 - jsou to pojiva, které se vytváří z vysoce koncentrované viskózní disperze,
 - mezi hlavní výhody past, patří snadná manipulovatelnost a možnosti nanášení pasty, oproti disperzi dobrá stabilita. [4]

1.3.2 Proces nanášení pojiva

Celý postup nanášení pojiva je předem definovaný příslušným technologickým procesem a vlastnostmi pojiva. Jedná se o tři fáze, které na sebe během výroby navazují.

Prvním krokem je interakce povrchu vlákna s pojivem. Tento proces může probíhat formou nastříkání pojiva ve formě roztoků nebo disperzí na vlákno, či impregnací rovinné disperzí pojiva, dále může jít o míšení základních vláken s pojivými vlákny, nebo prosypáním práškovým polymerem, apod.

Druhým krokem je smočení povrchu vláken nebo vlákenných útvarů pojivem. V případě, že se nanese tekuté pojivo, dochází k této fázi hned po styku vláken s tímto pojivem. V případě tuhých termoplastických pojiv dochází k této fázi až po převedení do viskózně tekutého stavu zahřátím na příslušnou teplotu, v některých případech za působení tlaku.

Třetím krokem je ztužení pojiva. K této fázi dochází po odpaření disperzního média, polyreakci monomerů, dále po koagulaci vlivem prostředí a po ochlazení u termoplastických pojiv. [5]

1.3.3 Požadavky na pojiva

K základním požadavkům na pojiva patří dobré mechanicko-fyzikální vlastnosti, které splňují požadavky na deformaci. Předpokládá se větší protažení pojiva při zatížení než samotného vlákna. Dále se jedná o odolnost vůči mechanickým vlivům. Může se jednat o praní, stárnutí, chemické čištění, či mechanické namáhání. [5]

1.4 Proces výroby netkaných textilií

Proces výroby probíhá v několika fázích, příprava vlákenných surovin, otevírání balíku, dávkování, rozvolňování, mísení a šlichtování, ořezávání, nabalování, adjustace. Proces mísení a šlichtování je velmi důležitý, protože ovlivňují ve velké míře kvalitu výrobku. [1]

1.4.1 Příprava vlákenné pavučiny

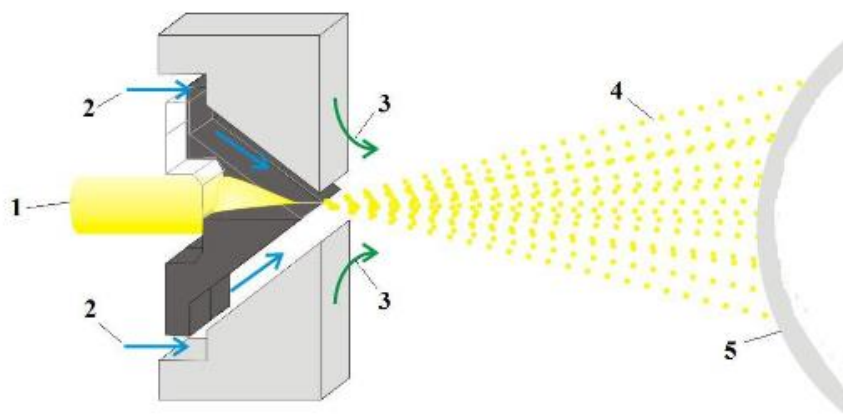
Pro přípravu vlákenné pavučiny se využívá mykacích strojů nebo mykacích zařízení, které jsou speciálně vyvinuté pro výrobu netkaných textilií. Jsou využívány stroje jako jsou klasické mykací stroje víčkové a válcové. Ale častěji se využívají

vlnářské stroje. Ty jsou využívány zejména pro svou větší šíři, která je 1,5-3,5 m a jejich vyšší výkonnost. Základní součástí vlnářských mykacích strojů je soustava válců, které mají drátové nebo pilkové pracovní povlaky. Hroty pilkových povlaků jsou na válcích v postavení na mykání, na snímání nebo na povytažení. Drátové pracovní povlaky jsou odlišovány typem a tloušťkou drátků, jejich tvarem a počtem na jednotku plochy tahu. [1]

Účinnost mykacího zařízení se liší podle počtu pracovních drátů a hrotů na plochu. Pokud je větší počet pracovních drátů nebo hrotů, tím je vyšší účinnost mykacího zařízení. Pokud se jemná vlákna zpracovávají hrubšími povlaky, dochází k tvorbě nopku v pavučině. V opačném případě hrubá vlákna působí na rychlejší poškození jemných povlaků. [1]

1.4.2 Příprava vlákně vrstvy z taveniny polymeru

Příprava vlákně vrstvy z polymeru může probíhat pomocí technologie spun-bond nebo melt-blown. Technologie spun-bond je založena na principu zvlákňování a pojení. Tuto technologii lze dělit do několika fází. První fáze je tavení polymeru, který je předkládán ve formě granulátu. Další fáze je zvlákňování pomocí zvlákňovacích trysek. Poté následuje odtah od hubice, případně dloužení, rozkládání filamentů na plochu pohybujícího se síťového dopravníku, zpevnění případné vrstvy. Poslední fáze je ořezávání okrajů a navíjení. [1]



Obrázek 1: Proces melt-blown zvlákňování: 1- polymerní tavenina, 2- horký vzduch, 3- studený vzduch, 4- proud dloužených vláken, 5- kolektor [2]

Výroby pomocí technologie melt-blown se skládá z těchto operací. První z těchto operací je tavení polymeru a doprava taveniny k hubici. Druhá operace je formování vláken. Mezi další operace patří strhávání taveniny proudem vzduchu, formování vláken a jejich ochlazení, formování vlákenné vrstvy na porézním sběrném bubnu nebo pásu. Poslední dvě fáze jsou pojení a navíjení. Pro tento proces výroby se nejvíce používají polymery jako jsou polypropylen, polyetylen, polyester a polyamid. Pokud se chce docílit jemných vláken pomocí technologie melt-blown musí být nižší viskozita taveniny polymeru, to znamená molekulová hmotnost, a vyšší teplota taveniny. Dále musí být vyšší teplota vzduchu a vyšší poměr dávkování vzduch a nižší dávkování polymeru. [1]

Mezi základní vlastnosti polyesterových vláken patří dobrá schopnost zotavení, dobrá schopnost ustalování teplem, vysoká pružnost, dobrá splývavost, vysoká pevnost za mokra. Mezi negativní vlastnosti patří například značný sklon ke žmolkování, tvoření statického náboje. [6]

1.5 Lisování za zvýšené teploty

Ke zpevnění některých vlákenných roun je potřeba, aby byla vystavena vlivu zvýšené teploty po určitou dobu a za působení tlaku. Pro lisování za zvýšené teploty se používají dvě skupiny zařízení. Stroje mohou být uzpůsobeny na přetržité a nepřetržité lisování. [6]

Mezi hlavní nedostatky přetržitého lisování patří malý výkon, náročnost na obsluhu a v neposlední řadě nestejnóměrnost výlisků, která je způsobena rozdílnými podmínkami při lisování. [6]

Stroje nepřetržitého lisování se rozdělují na:

- Kalandry gumárenské a plastikářské
 - jsou určeny pro nános adheziv na tkaniny,
 - patří k nejvhodnější pro proces lisování pojených textilií,
 - podle počtu válců se mohou rozdělit na čtyřválcové a tříválcové.

- Rotační bubnové lisy
 - stroj je opatřen vytápěným válcem a přítlačným ocelovým pásem,
 - v průběhu procesu je materiál stále pod tlakem lisován na válci vytápěném parou,
 - výkon lisu je nastavován podle druhu a tloušťky materiálu.
- Pánvové lisy textilní
 - používají se pro plynulé lisování textilií,
 - rozdělují se na dvoupánvové a jednopánvové. [6]

1.6 Úpravy netkaných textilií

Netkané textilie se po zpevnění často upravují za účelem zlepšení specifických vlastností. Jedná se například o proces povrstvování, vrstvení, natavování povrchu textilií, krepování netkaných textilií. Dále se na vyrobené textilie mohou aplikovat procesy mezi něž patří: barvení, potiskování, přenosový tisk, změkčování, antistatické, hydrofobní, hydrofilní, nehořlavé a mnoho dalších jiných úprav. [1]

1.6.1 Povrstvování

Povrstvování může být prováděno těmito způsoby:

- Povrstvování pomocí raklí
 - Cílem tohoto způsobu je nanášení zahuštěné disperze, pěny, pasty. Jedná se o nános lepidel a vytvoření povrstvených substrátů.
- Bodový nános prášku
 - povrchová úprava práškem má za cíl spojení textilie s dalšími substráty,
 - jeho využití je například při nažehlování.

- Povrstvování taveninou polymeru pomocí kalandru
 - používá se typicky pro povrstvování polyetylenem nebo polyvinylchloridem,
 - dochází k němu za pomoci kalandrů v různém uspořádání. [1]

1.6.2 Vrstvení

Tato operace slouží ke spojování dvou jednotlivých vrstev. Provádí se za pomoci adheziv ve formě roztoků, disperzí, past, prášků a folií. Dále se může proces vrstvení spojit postřikem taveninou polymeru, spojením plamenem nebo spojením v teplovzdušné komoře. [1]

1.6.3 Natavování povrchu textilie

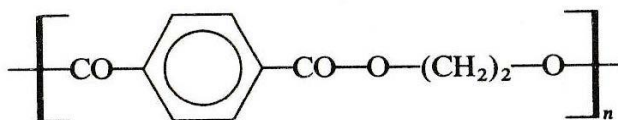
Proces natavování povrchu textilie se používá při výrobě filtračních materiálů. [2]

1.6.4 Krepování netkaných textilií

Provádí se pro zvýšení objemnosti plošné textilie. Textilie je přiváděna do štěrby za pomoci horkého válce, kde dochází za působení protitlaku ke skládání natavené textilie. [1]

2 Polyester

Polyesterová vlákna patří k nejdůležitějším druhům syntetických vláken, kvůli svým univerzálním vlastnostem. Z kyseliny tereftalové a ethylenglykolu se vyrábí základní typ vláknotvorného polymeru, který je znázorněn na obrázku č.2. I přes své pozitivní vlastnosti jsou polyesterová vlákna často upravována. Upravují se částečnou náhradou kyseliny tereftalové ze substituovaných nebo nesubstituovaných aromatických dikyselin. Je prováděna častá úprava polyesterových vláken snížením délky molekuly, to má za následek snížení pevnosti a snížení sklonu ke žmolkování vláken. Existují i další způsoby úprav polyesterových vláken. [4]



Obrázek 2: Základní typ vláknotvorného polymeru [3]

2.1 Historie polyesterových vláken

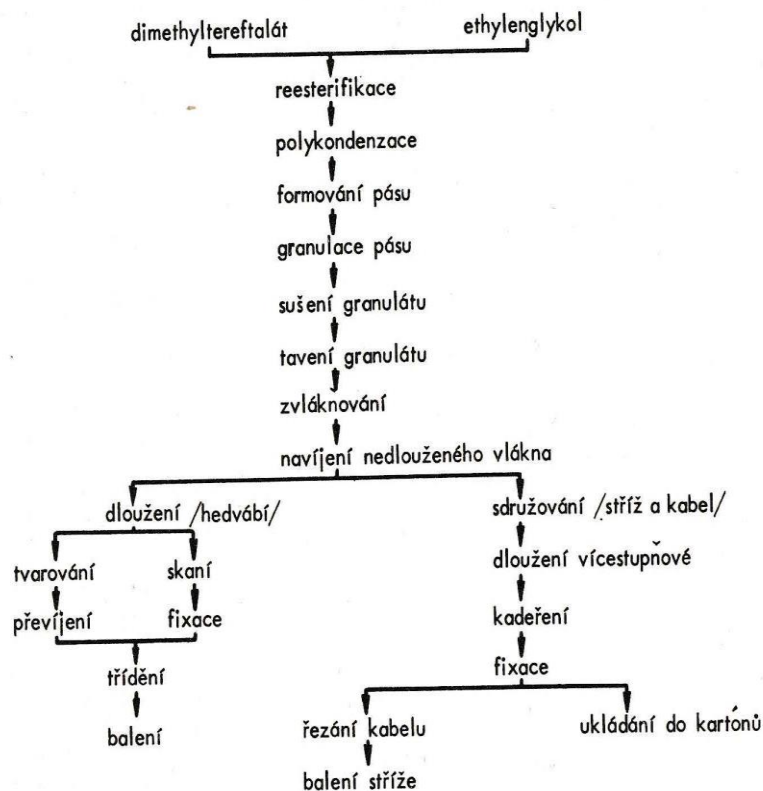
Aromatické polyestery byly úspěšně syntetizovány z reakce ethylenglykolu a různých aromatických dikyselin. Bylo objeveno nenákladné řešení pro separaci různých izomerů xylenu krystalizací. Dostupnost levných izomerů xylenu umožnila tvorbu kyseliny tereftalové oxidací p-xylenového izomeru. Společnost DuPont v roce 1953 vyrobila polyesterová vlákna z taveniny, ale až v 70. letech 20. století se tato polyesterová vlákna začala ve velké míře uplatňovat na trhu. [7]

2.2 Výroba polyesterových vláken

Proces přípravy výchozí vysokomolekulární látky se nazývá polykondenzace, z tohoto důvodu se látka nazývá polykondenzát. Šaržovitým procesem se získává polyesterová tavenina nebo polyesterový granulát. V přípravě polykondenzátu ve formě granulátu pro výrobu polyesterového hedvábí se používá šaržovitý proces. Kontinuální proces bez granulace se využívá pro přímé zpracování polyesterové stříže. [4]

Dimethyltereftalát a ethylenglykol jsou základní suroviny při těchto dvou rozdílných procesech. Rozdíl mezi šaržovitým a kontinuálním procesem je z hlediska počtu reaktorů umístěných za sebou nebo v nestálých podmínkách v reaktorech.

Šaržovitý proces je typický pro nestálé podmínky v reaktorech. Kontinuální způsob je rozdílný v počtu více reaktorů za sebou, směs přechází z jednoho reaktoru do druhého, v nichž jsou rozdílné fyzikální podmínky. [4]



Obrázek 3: Hrubé schéma výroby polyesterových vláken [4]

2.2.1 Výroba polyesterového hedvábí

Po ukončení polykondenzace se tavenina vytlačí, při výrobě polyesterové hedvábí ve formě pásu z reaktoru a po účinném ochlazení s chladicí vodou je pás rozřezán na granulát o velikosti okolo 3x3x3 mm. Po tomto procesu se granulát musí dokonale vysušit, a teprve poté je schopen tavení a formování na tvar nekonečných vláken. V současné době se pomocí vytlačovacích šneků granulát taví. Vytlačovací šneci jsou schopni zpracovat i nevláknotvorné plastické hmoty. Čerpadlo, filtr a tryska je rozvodná část za šnekem, která slouží k zvláknování. V těchto zvláknovacích místech se vytváří nedloužené vlákno chlazené vzduchem, které je při odtahu navíjeno strojem. Vyhřívací trny poskytují nedlouženému vláknu teplo, které je potřebné k tvorbě dlouženého vlákna. Dloužené vlákno dostává při navíjení prstencovým způsobem současně ochranný zákrut. [4]

U polyesterového hedvábí, které má asi do 130 zákrutů na metr je možné ustálit teplotou 50 °C po dobu 48 hodin. Pokud se jedná o hedvábí s vyšším zákrutem fixuje se teplotou vyšší než 100 °C. Na jednoduchých tvarovacích strojích se formou pravého zákrutu tvaruje polyesterové hedvábí. [4]

2.2.2 Výroba polyesterové stříže a kabelů

V současné době se polyesterová stříž a kabely zpracovává kontinuálním zvlákňováním vyrobeného polykondenzátu. Za pomoci 80 až 1000 otvorových trysek je vytvořeno nedloužené vlákno. Tzv. dloužící linky zpracovávají předkládaný silný kabílek, který je uložen do velkoprostorových konvích v podobě volných smyček. Tento kabílek je důležité mít velmi suchý před umístěním do konve a preparovat ho z důvodu odstranění nežádoucích povrchových vlastností. Ve volných smyčkách se kabel ukládá do kartonů, do kterých se nakonec slisuje. [4]

Na řezačkách systému GRU – GRU se řeže kabel při výrobě stříže na požadovanou délku stříhu. Z hlediska vlastností produktů výroba stříže není technicky méně náročná než výroba hedvábí. S výjimkou zpracovatelských vlastností je velkým nebezpečím u stříže nerovnoměrnost vybarvení, dlouhá nebo nedloužená vlákna. [4]

2.3 Základní vlastnosti polyesterových vláken

Polyesterová vlákna, lze poznat podle charakteristického benzenového jádra, které umožňuje tvorbu komplanárního řetězce. Mezi termické vlastnosti patří: teplota měknutí při 230 °C, nízká tepelná vodivost a speciální teplo, při teplotě 120 °C až 130 °C je pevnost stále stejná. Pevnost klesá při 180 °C na 50 %. Teplota tání polyesterových vláken je 258 °C. [8]

Mezi mechanické vlastnosti patří vysoký modul pružnosti, jehož hodnota je 1300 cN/tex, pevnost vláken je 3,8 až 4,2 cN/tex, tažnost se pohybuje mezi 50 až 70 %, elastické zotavení se pohybuje mezi 85 – 95 %, navlhavost polyesterových vláken je 0,3 až 0,4 %. [8]

Mezi technologické výhody patří dobré mechanické vlastnosti, dobrá odolnost vůči oděru, termoplasticita, rychlé schnutí a snadná údržba. Technologickými nevýhodami je vysoká žmolkovitost, nízká navlhavost, nabíjení elektrostatickou elektřinou, vysoká měrná hmotnost. [8]

2.4 Použití polyesterových vláken

Polyesterová vlákna můžeme označit za univerzální textilní surovinu, vzhledem k tomu, že jejich použití je možné téměř ve všech odvětvích textilní výroby. Využívají se především pro své zpracovatelské vlastnosti, mezi něž patří snadnost údržby, vysoká pevnost za sucha i za mokra, nemačkovost, odolnost vůči oděru, příjemný omak a odolnost vůči chemickým vlivům. Polyesterová vlákna mají široké spektrum využití u textilních výrobků určených pro odívání, v bytovém textilu a dnes ve velkém míře i v technickém průmyslu. [4]

Polyesterová vlákna ve formě stříže jsou vhodným materiálem pro plášťové, oblekové a šatové tkaniny. Na lehké pánské obleky a dámské kostýmy, košile a dámské šaty se používají polyesterová vlákna ve směsi s bavlnou nebo viskózovými vlákny. Například ve složení 67 PES/33 ba, 70 PES/30 VS. Oblekové tkaniny a dámské šatovky, které jsou nemačkové a splývavé se používá směs polyesterových vláken s lněnými vlákny (70 ln/30 PES). [9]

3 Přenosový tisk

Přenosový tisk je řazen mezi speciální techniky textilního tisku. Jedná se o proces přenesení barviva z nosiče na textilií, za vzájemného působení tepla a tlaku. Za nejvhodnější barviva pro tento proces jsou považována disperzní barviva, která mají afinitu k syntetickým materiálům, z tohoto důvodu je přenosový tisk využíván na potisknutí syntetických materiálů. Tento tisk je převážně používán v menších provozech. [10]

Při aplikaci přenosového tisku musí být jako první vytvořen dočasný nosič barviva, jedná se například o papír. Poté je obarvený nosič přitisknut potištěnou stranou k textilií, která má být obarvena. Za působení tlaku a tepla na nosič a textilií, dojde k přesublimování barviva z nosiče na textilií a k následné fixaci barviva.

Sublimační tisk je v současné době nejpoužívanějším systémem přenosového tisku. Z nosiče se barvivo uvolňuje za působení zvýšeného tepla do plynné fáze a poté kondenzuje na povrchu textilie.

Výhody přenosového tisku:

- nízké investiční náklady u výrobce,
- ostrost tisku,
- nižší výdaje-suchý pracovní prostor,
- možnost tisknout náročné vzory,
- menší prostor,
- krátký proces tisku-dodací lhůty jsou kratší,
- kvalita tisku,
- možnost tisknout hotové výrobky,
- nízké požadavky na odbornost pracovníků.

Nevýhody přenosového tisku:

- špatné stálosti u polyamidu,
- omezení použitelných materiálů,
- užší výběr barviv,
- cena papíru,
- spotřeba papíru-barvivo z části na papíru zůstává,
- nižší výkony přenosových lisů. [10]

3.1 Sublimační přenosový tisk

3.1.1 Historie

Historie sublimačního tisku sahá až do roku 1924, kdy se poprvé acetátové hedvábí barvilo pomocí par disperzních barviv. Firma, která jako první patentovala princip týkající se sublimačního tisku, byla anglická firma British Celanese Ltd., tento patent byl zaměřen na barvení acetátového hedvábí. Firma DuPont aplikovala v roce 1949 přenos disperzních barviv díky sublimačním vlastnostem. Tato aplikace se plně uplatnila až o řadu let později a o její zavedení do praxe se zasloužila francouzská firma Filatures Prouvost-Masurel. Barvení polyesteru bylo patentováno De Plassem roku 1958, tento způsob probíhá pomocí barvení v disperzních parách. [10]

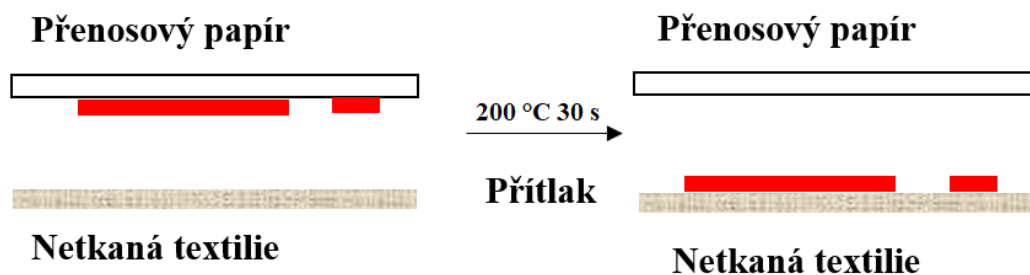
3.1.2. Dělení

Sublimační přenosový tisk se dělí na klasický, proudem plynu nebo vakuový. U vakuového přenosového tisku se využívá vakua pro těsný kontakt nosiče a textilie. Barvení za pomoci vakua je šetrnější způsob, při kterém se snižuje teplota sublimace a současně se tím šetří i náklady. Při působení proudu plynu kolmo na nosič se dostává barvivo i do hloubky textilie. [10]

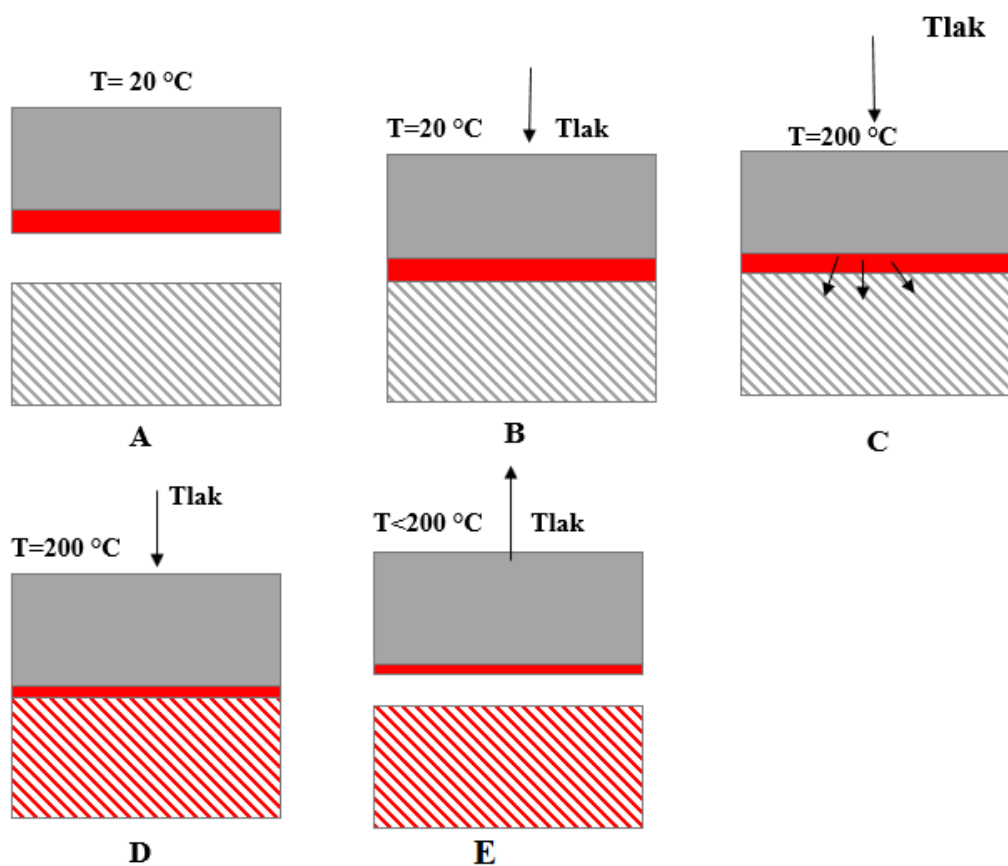
U obou těchto způsobů se zkracuje doba kontaktu, popřípadě snížení teploty při přenosu. Dále dochází k hlubšímu průniku barviva do vlákna za použití i hůře sublimovatelných barviv. Současně dochází ke zlepšení omaku. [10]

3.1.2 Princip tisku

Na principu přesublimování barviva z nosiče na textilií je založen sublimační přenosový tisk. Model, který můžete vidět na obrázku č.4 a č.5 znázorňuje proces, který navrhli Fenogliem a Gorondyn. Jsou zde znázorněny polyesterové textilie, vzduchové mezery, nosiče a barviva. V případě přímého styku se mezi nosičem a textilií nachází mezera, která je dána konstrukcí textilie, povrchem nosiče a tlaku. [10]



Obrázek 4: Schéma průběhu sublimačního tisku [12]



Obrázek 5: Průběh sublimačního tisku

Obrázek č. 5 A: znázorňuje stav před samotným testem, kdy přístroj, přenosový papír a testovaná textilie mají pokojovou teplotu.

Obrázek č. 5 B: na tomto obrázku je vyobrazen stav před testem, kdy na přenosový papír a textilií působí tlak při pokojové teplotě.

Obrázek č. 5 C: zde dochází k postupnému ohřevu přístroje na teplotu 200 °C. Dochází k začátku sublimace barviva do okolního vzduchu mezi přenosovým papírem a textilií.

Obrázek č. 5 D: barvivo se za působení tepla a tlaku dostává sublimací do struktury vláken.

Obrázek č. 5 E: proces je ukončen. Vlákná jsou obarvena a dochází k postupnému ochlazování stroje. Po uplynutí potřebného času sublimačního tisku se horní deska odtahuje.

3.1.3 Vhodná barviva a materiály

Pro způsob přenosového tisku jsou nejvhodnější disperzní barviva. Používají se k barvení vláken z polyesteru, triacetátu, polyamidu a polyakrylonitrilu. U polyesterových vláken se dosahuje nejlepších výsledků. Celulózová vlákna je potřeba upravit pro příjem disperzních barviv, a to z důvodu, že disperzní barviva nemají afinitu k vláknům z celulózy. [13]

4 Disperzní barviva

Převážně se disperzní barviva používají pro barvení polyesterových, acetátových a triacetátových vláken. Za horších stálostí a světelného vybarvení lze také barvit polyamidová či polypropylenová vlána. Disperzní barviva mají afinitu také k vláknům živočišného původu jako je například vlna nebo hedvábí, ale se sníženou stálostí a slabším vybarvením.

Požadavkem na tato barviva pro barvení polyesterových, polyamidových a acetátových vláken je vysoké vytažení z lázně v reálně krátké době barvení. Je to podmíněno dobrou rozpustností disperzního barviva ve vlákně a nízkou rozpustností v barvicí lázni. Rozpustnost ve vodě za vyšší teploty musí být uchována, protože barvivo se na vlákno přenáší přes vodný roztok. Této rozpustnosti lze dosáhnout zavedením polárních skupin do nepolární molekuly disperzního barviva. Nejčastěji využívané polární skupiny jsou: $-OH$, $-NH_2$, $-CH_2CH_2OH$, $-NO_2$, $-OCH_3$. Tyto polární skupiny určují barvitelnost v závislosti na jejich poloze v molekule barviva. Také zvyšují afinitu barviva k vláknu tím, že jsou nositeli přitažlivých sil ke skupinám v polymerech [10] [13].

Disperzní barviva jsou typická vytvářením krystalů, jež tají až při vysokých teplotách. Další charakteristikou pro ně je vysoká rozpustnost ve vlákně. Polyesterové vlákno slouží jako rozpouštědlo disperzního barviva, přičemž mezi barvivem a vlákem je mechanická vazba. Barviva jsou typická svou nízkou rozpustností ve vodě, při $130\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nejprve působí ve formě disperze, jež funguje jako zásobník, z něhož se barvivo mění na roztok. Barvivo přilne na vlákno a následně pronikne do jeho struktury. [14]

Rozlišujeme dva postupy z hlediska barvení:

1. Termosolové barvení

Tento způsob je základem pro kontinuální barvení PES tkaniny a směsi PES/celulóza. Barvení probíhá za horka v krátkém časovém úseku.

2. Vysokotlaké barvení

Při tomto barvení se používají barviva typu E, SE a S. Teplota při barvení nepřesahuje $135\text{ }^{\circ}\text{C}$ a barvení trvá 20-30 minut. [14]

Ostacet E, Ostacet S a Ostacet SE vyrábí český výrobce Synthesia, a.s. sídlem v Pardubicích. Vyrábí se pod názvy OSTACET® E, OSTACET® SE, OSTACET® S.

Ostacet E-stálosti v sublimaci jsou průměrné. Velmi dobře vyrovnávají afinitní rozdíly polyesterového vlákna. Vyznačují se snadným a rychlým pronikáním do vlákna. Mají velmi dobré vyrovnávací a přemísťovací vlastnosti.

Ostacet S-v sublimaci mají velmi dobré stálosti. Ve srovnání s E-barvivou probíhá jejich difúze do polyesterového vlákna pomaleji a obtížněji.

Ostacet SE-díky svým vlastnostem se řadí mezi obě předchozí třídy. [13]

Tabulka 1: Disperzní barviva a časově-teplotní podmínky pro barvení polyesteru [11]

Aplikační skupina barviva	Barvení za varu bez přenašeče	Barvení za varu s přenašečem	Barvení vysokotepečné při 130 °C	Termosolační teplota	Stálosti mokré	Stálosti v sublimace
E	ano	ano	ano	180 °C	nižší	nižší
SE	ne	ano	ano	220 °C	střední	střední
S	ne	ne	ano	220 °C	vyšší	vyšší

Praktická část

5 Experiment

5.1 Materiál, přístroje, chemikálie

5.1.1 Materiál

Polyesterová netkaná textilie

Pro náhradu japonského papíru byly vybrány dvě netkané polyesterové textilie. Jedná se o stejný druh netkané textilie s odlišnou plošnou hmotností.

Materiál: 100 % polyester

Obchodní název: Milifé

Plošná hmotnost:

Milifé A: 14 g/m²

Milifé B: 61 g/m²

Tloušťka:

Milifé A a B byly testovány na tloušťkoměru značky Schmidt. Přístroj měří tloušťku plošné textilie pomocí přitlačné čelisti a přítlaku nastaveného na ovládacím panelu. Pod přitlačnou čelist se vloží testovaný materiál a čelisti se přitlačí. Výsledná hodnota měření se objeví na ovládacím panelu. Testované vzorky materiálu A i B byly měřeny desetkrát, přičemž každé měření bylo prováděno na jiném místě textilie.

Tabulka 2: Naměřené hodnoty tloušťky

Tloušťka h [mm]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vzorek A:	0,08	0,06	0,06	0,07	0,08	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07
Vzorek B:	0,17	0,15	0,16	0,18	0,16	0,18	0,17	0,17	0,18	0,18

Průměrná:

Milifé A: $\mu = 0,068$ mm

Milifé B: $\mu = 0,17$ mm

Výběrová směrodatná odchylka:

Milifé A: $s = 0.00789$ mm

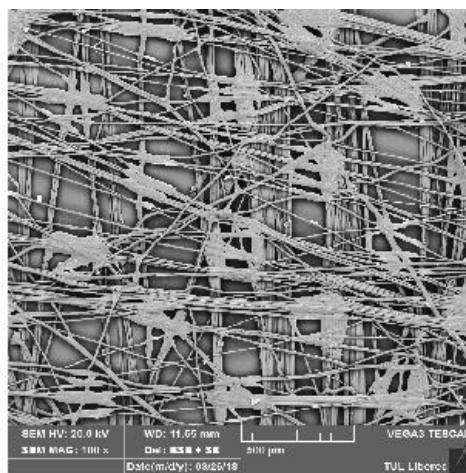
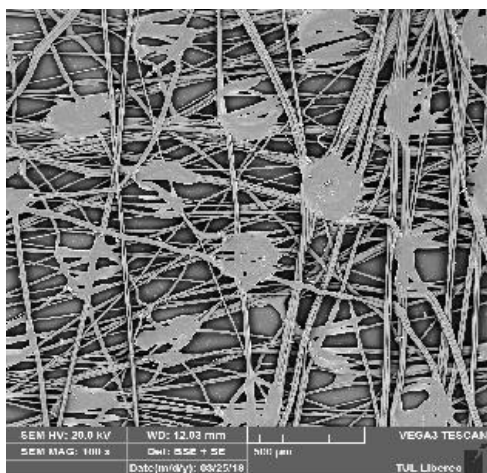
Milifé B: $s = 0.01054$ mm

Variační koeficient:

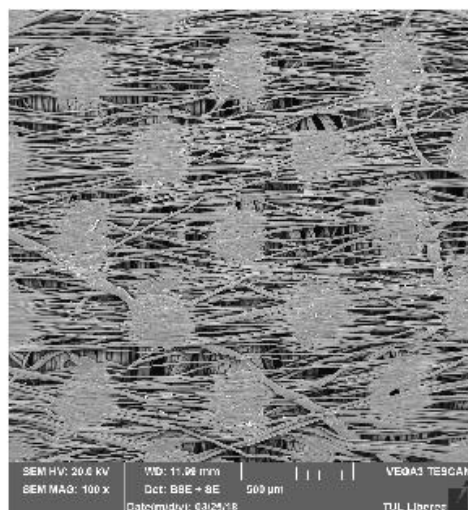
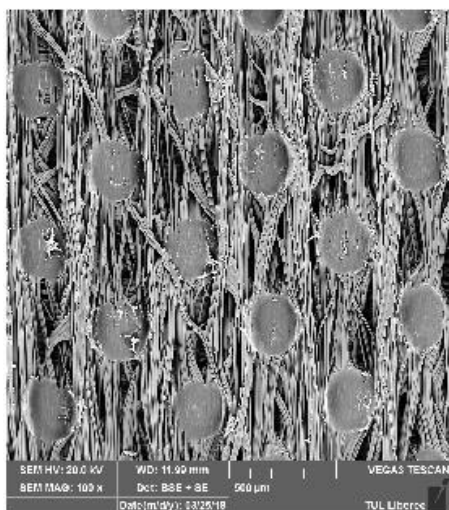
Milifé A: $v = 11,60$ %

Milifé B: $v = 6,2$ %

Na obrázku č. 6, 7 můžeme vidět strukturu testované netkané textilie z licií a rubní strany. Předpokladem pro zkoumání struktury vzorků je, že utvořené vazné body vznikly v průběhu procesu kalandrování. Vazné body vznikly za působení vzorovacího kalandru. Jeden z válců však měl při lisování vyšší teplotu než druhý. Vazný bod je proto z rubní strany, kde byl v kontaktu s textilií válec teplý, více plochý než ze strany licií. Tyto vazné body se vzhledem k velikosti mohou zanedbat při dalším postupu barvení.



Obrázek 6: Netkaná textilie Milifé A licií a rubní strana (plošná hmotnost 14 g/m²)



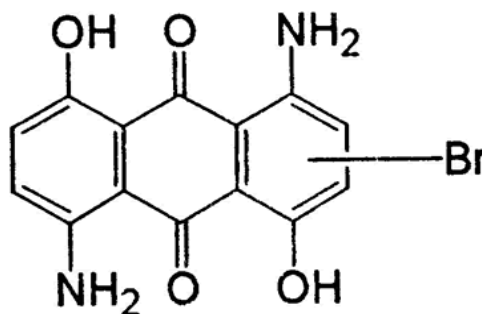
Obrázek 7: Netkaná textilie Milifé B licií a rubní strana (plošná hmotnost 61 g/m²)

Použité chemikálie

5.1.1.1 Disperzní barviva

- Ostacetová modř E-LR – Color index: Disperse Blue 56

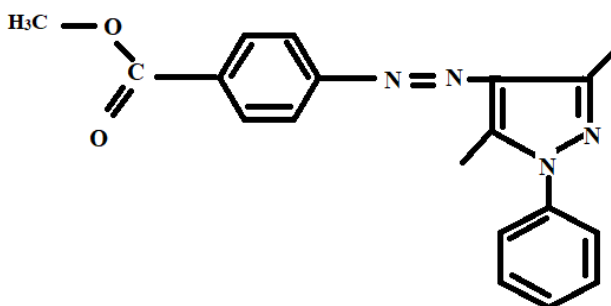
Strukturu barviva můžeme vidět na obrázku č. 8.



Obrázek 8: Struktura barviva C. I. Disperse Blue 56 [15]

- Ostacetová žluť E-LR – Color index: Disperse Yellow 60

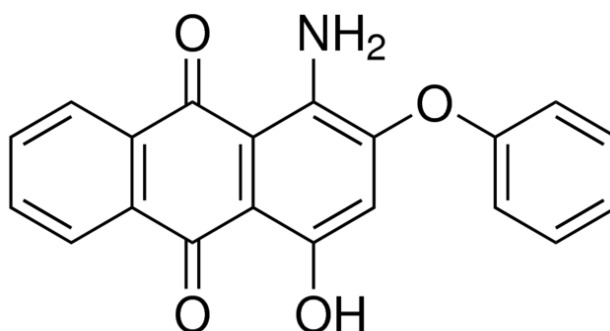
Strukturu barviva můžeme vidět na obrázku č.9.



Obrázek 9: Struktura barviva C. I. Disperse Yellow 60 [16]

- Ostacetová červeně E-LB – Color index: Disperse Red 60

Strukturu barviva můžeme vidět na obrázku č. 10.

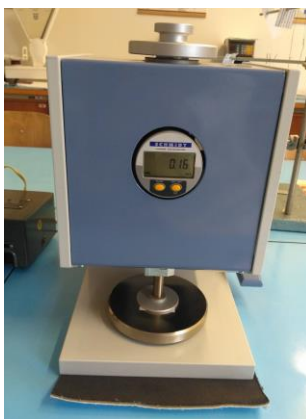


Obrázek 10: Struktura barviva C. I. Disperse Red 60 [17]

5.1.2 Přístroje

5.1.2.1 Tloušťkoměr

Tloušťkoměr se skládá z přitlačné čelisti a základní desky. Za pomoci tlaku, který byl určen na 1000 Pa dle normy ČSN EN ISO 5084 (80 0844): Textilie – Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků, který působí na přitlačnou čelist se změní tloušťka plošné textilie. Výsledná hodnota zkoušky je uvedena na displeji. Tloušťkoměr je znázorněn na obrázku č. 11.



Obrázek 11: Tloušťkoměr

5.1.2.2 Sušicí komora HS 62A

- objem komory: 60 l,
- maximální teplota: 200 °C,
- nucená cirkulace-ventilátor,
- rozměry: vnější 60x68x57 cm (š/v/h) ; komora: 27x53x41 cm,
- přístroj je znázorněn na obrázku č. 12.



Obrázek 12: Sušicí komora HS 62A

5.1.2.3 Fulár

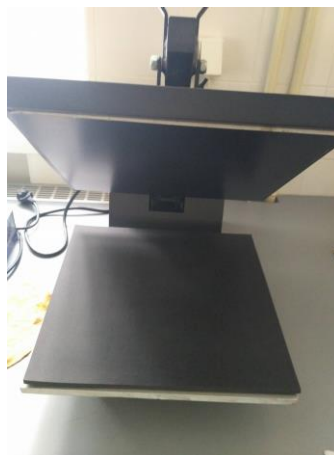
Skládá se z vany a může mít dva nebo tři odmačkávací válce, které jsou usazeny nad vanou. Textilie je posouvána strojem v plné šíři, bez lomů a záhybů. Je protahována mezi válci, na které působí vysoký tlak, tím je odstraněn přebytek tekutin a ten ztéká zpět do vany. Na přístroji se nastaví tlak 3 bary a rychlost průtahu textilie 0,8 m/min. Fulár je znázorněn na obrázku č. 13.



Obrázek 13: Fulár

5.1.2.4 Lis na sublimační tisk

Tento lis je převážně určen na přenosový tisk. Za působení konstantní teploty a tlaku na materiál dochází k přesunutí barviva na plošnou textilií. Na displeji lze nastavit teplotu a čas, kterou potřebujeme pro testování. Lis je zhotoven ze dvou tepelných desek, přičemž jedna z nich je pevně uchycena a druhá má příklopný systém. Přiklápí se pomocí páky, která má chráněnou rukojeť, z důvodu bezpečnosti a dále pro lepší manipulaci se zařízením. Přístroj je znázorněn na obrázku č. 14.



Obrázek 14: Lis na sublimační tisk

5.1.2.5 Sušárna

Zajišťuje konstantní teplotu $37\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Přístroj je znázorněn na obrázku č.15.



Obrázek 15: Sušárna

5.1.2.6 Perspirometr

Přístroj slouží k testování stálosti v alkalickém potu. Skládá se z rámu, který je zhotoven z nekorozivního materiálu nebo z materiálu opatřeného nekorozivní vrstvou. Závaží o hmotnosti 5 kg a destiček ze skla o rozměrech 115 mm x 60 mm x 1,5 mm. Perspirometr je znázorněn na obrázku č. 16.



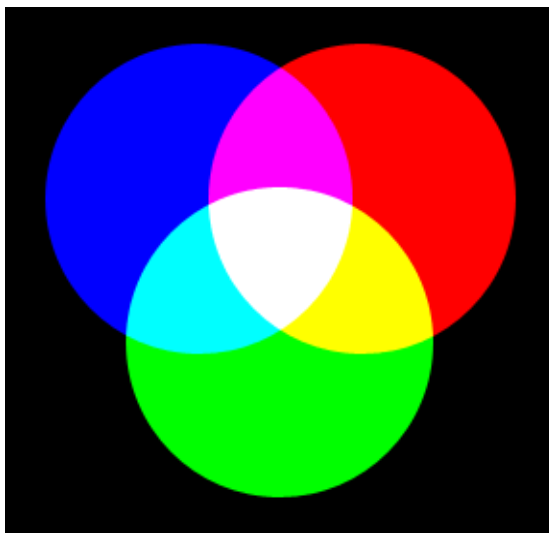
Obrázek 16: Perspirometr

5.1.2.7 Šedá stupnice

Šedá stupnice slouží k hodnocení stálostních zkoušek, hodnotí se změna odstínu a zapuštění na doprovodné tkaniny. Je vyhodnocována vizuálním srovnáním se dvěma pětistupňovými šedými etalony. Hodnocení je od 5 do 1 (5- „nejlepší“, 1- „nejhorší“).

5.1.2.8 Barevný model RGB

RGB model slouží k vyhodnocení složení barev na základě intenzity světla. Na obrázku č. 17 můžeme vidět jaké barvy vznikají při kombinaci třech základní barev a jejich různých intenzit. Hodnocení probíhalo tak, že u růžové barvy je potřeba se zaměřit na hodnoty intenzity světla G tedy zeleného světla. U žluté barvy byl požadavek se zaměřit na intenzitu světla B tedy modrého světla. A pokud jde o modrou barvu, zde je zapotřebí intenzita světla R a G tedy červeného a zeleného světla.



Obrázek 17: Barevný model RGB [18]

5.2 Výběr barviv

Vhodná barviva pro další testování byla vybírána z devatenácti barviv. Toto testování probíhalo ve spolupráci s Ing. Janou Brabcovou. Z těchto barviv byly připraveny disperze o koncentraci 10 g/l. Poté bylo vždy stejné množství každého barviva nanесeno na filtrační papír, ten byl následně vložen do sušárny a sušen při teplotě 100 °C po dobu dvou minut. Výběr barviv nanесených na filtračním papíru lze vidět na obrázku č. 18.

Testovaná barviva:

1. Ostacetová červen P-2G
2. Ostacetová hněd PS
3. Ostacetová modř P3R
4. Ostacetová žlut P2G
5. Ostacetová zeleň PG
6. Ostacetová modř ELR P9020
7. Ostacetová brillantní červen E-L2B
8. Ostacetová oranž ER
9. Ostacetová žlut E-L5R
10. Ostacetová žlut E-LR
11. Ostacetová modř P4R
12. Ostacetová červen E-L2B
13. Ostacetová oranž E-P2R
14. Ostacetová modř E-Lg
15. Ostacetová modř E-LB
16. Ostacetová šed PN
17. Ostacetová hněd PN
18. Ostacetová šarlat E-G
19. Ostacetová červen E-LB



Obrázek 18: Výběr barviv nanesených na filtračním papíru

Vzniklý filtrační papír se všemi vybranými barvivy byl použit pro sublimační tisk na polyesterovou tkaninu při teplotě 150 °C po dobu 60 sekund. Tato tkanina se testovala i při 180 °C a při 200 °C po dobu 90 sekund.

Barviva byla vyhodnocena dle sytosti vybarvení. Některá barviva byla eliminována z důvodu změny barvy. Jako nejlepší barviva jsem vyhodnotila:

- Ostacetová modř E-LR – Color index: Disperse Blue 56
- Ostacetová žluť E-LR – Color index: Disperse Yellow 60
- Ostacetová červen E-LB – Color index: Disperse Red 60

5.3 Příprava přenosového papíru

Pro přípravu k přenosovému tisku byl jako nosič barvy použit filtrační papír, který byl obarven barvivem o koncentraci 30 g/l. Barvivo o hmotnosti 4,5 g bylo naváženo do kádinky a poté byl obsah kádinky doplněn vodou do hodnoty 150 ml. Přenosový papír o rozměru A4 byl ponořen do barviva tak, aby jej do sebe absorboval. Poté byl přebytek barviva odstraněn za pomoci fuláru při tlaku 3 bary a o rychlosti 0,8 m/min. Filtrační papír byl následně sušen v sušící komoře HS 62A při teplotě 100 °C po dobu 3 minut. Z takto připraveného papíru byly vytvořeny vzorky o velikosti 2x2 cm, které byly použity v následujícím testování.

Tento postup byl proveden celkem třikrát, pro disperzní barvivo Ostacetová modř E-LR – Color index: Disperse Blue 56, Ostacetová žluť E-LR – Color index: Disperse Yellow 60, Ostacetová červen E-LB – Color index: Disperse Red 60. Vznikly tři různě barevné filtrační papíry, které byly použity k dalšímu testování.

5.4 Sublimační tisk

Pro samotný tisk byl použit:

- lis na sublimační tisk,
- alobal,
- vzorky netkané textilie o rozměrech 4x4 cm určené k obarvení,
- přenosový papír o rozměrech 2x2 cm.

Testované vzorky o velikosti 4x4 cm byly sublimačním postupem obarveny při teplotách 150 °C, 160 °C, 170 °C, 180 °C, 190 °C, 200 °C. Každá z těchto teplot se testovala při 30 s, 60 s, 90 s, 120 s. Tímto způsobem bylo obarveno 144 vzorků. Postup samotného zkoušení přenosu barviva pomocí sublimačního tisku probíhal tak, že alobal byl přiložen z obou stran teplotních desek, mezi alobalem se nacházel vzorek netkané textilie, z lící strany k ní byl přiložen obarvený přenosový papír, který byl dán tak, aby se lící strany testovaného vzorku a přenosového papíru dotýkaly. Takto přiložené vzorky se zakryjí další vrstvou alobalu. Tento způsob přenosu se použil pro všechny uvedené teploty, časy a v neposlední řadě pro všechny připravené přenosové papíry, které mají červenou, žlutou a modrou barvu. Obarvené vzorky se naskenovaly do počítačové podoby při jasů -30 bodů a při rozlišení 1200 DPI a za pomoci programu image J se vyhodnotily funkcí histogramu získané hodnoty RGB souřadnic.

5.5 Testování stálostí

Testování probíhalo u obarvených vzorků pomocí sublimačního lisu a vyrobeného přenosového papíru při teplotě 200 °C po dobu 90 s. Každá textilie byla obarvena jiným barvivem, přičemž každé barvivo vykazuje jiné stálosti. Testovaly se stálosti v alkalickém potu a na světle. Hodnocení těchto stálostí probíhalo vizuálním srovnáním za pomoci šedé a modré stupnice.

5.5.1 Stálosti v alkalickém potu

Stálobarevnost v potu je dána normou ČSN 80 0165. Tato norma popisuje zkušební postup pro zjištění odolnosti barvy na textilií proti účinku lidského potu.

Podstatou této zkoušky je, že zkušební vzorek s doprovodnými tkaninami se zpracovává ve dvou rozdílných roztocích, které obsahují histidin. Po odstranění přebytečného roztoku jsou vzorky vloženy mezi dvě destičky do zkušebního zařízení zvaného Perspirometr pod stanoveným tlakem. Změna odstínu barviva na zkušebním vzorku a zapuštění do doprovodné tkaniny je hodnoceno podle šedé stupnice. [19]

Pro zhotovení alkalického roztoku o objemu 200 ml se navážilo: 0,1 g L-HISTIDIN MONOHYDROCHLORID, 1 g chlorid sodný, 1 g hydrogenfosforečnan disodný. Takto navážené složky byly dolity 200 ml destilované vody. Pomocí pH papírku se zjišťovala hodnota pH roztoku, potřebná hodnota pro další postup je 8 pH. V případě, že by nebyla splněna tato hodnota, musel by se roztok upravit pomocí hydroxidu sodného 0,1 mol/l.

Pro testování byly použity doprovodné tkaniny o velikosti 40 mm x 100 mm z bavlny a polyesteru. Testované vzorky byly ponořeny do připraveného alkalického roztoku. Po vytažení vzorku z roztoku se odstranil přebytečný roztok pomocí válečku. Doprovodná tkanina z bavlny byla položena na destičku ze skla do perspirometru, poté byl přidán analyzovaný vzorek lící ke tkanině z bavlny a následně přikryt licí stranou polyesterové doprovodné tkaniny. Takto připravené vzorky byly následně zakryty další skleněnou destičkou. Tento postup byl opakován pro všechny analyzované vzorky. Po vložení poslední destičky se vzorky zatížily závažím o hmotnosti 5 kg, na které působí tlak 12,5 kPa. Takto připravený perspirometr se vložil do sušárny udržující teplotu 37 °C po dobu 4 hodin. Tato teplota simuluje teplotu lidského těla. Po uplynutí 4 hodin jsou vzorky vytaženy ze sušárny a pomocí šedé stupnice je hodnocen stupeň zapuštění a případné změny odstínu ve zkušebních vzorcích.

5.5.2 Stálosti na světle

Pro rychlé testování stálosti na světle se používá zkouška na umělém světle dle normy ČSN EN ISO 105-B02 (80 0147). Testování probíhalo v UV skříni, kde byly umístěny testované vzorky a vzorky z modré stupnice. Všechny vzorky byly osvětlovány tak, že jedna část vzorků byla zakryta a druhá část osvětlována UV světlem. Na modré stupnici se projevila první změna po 4 hodinách, u testovaných vzorků však k žádné změně nedošlo. Další testování probíhalo opět 4 hodiny. Stálosti byly vyhodnoceny dle modré stupnice, která je složena z osmi modrých vlněných

textilií. Čím vyšší stupeň na modré stupnici, tím má testované barvivo vyšší stálosti na světle.

5.6 Kombinace barviv

Cílem bylo zjistit, zda lze kombinovat barvy pomocí již vyrobených přenosových papírů tak, aby vznikly nové barevné odstíny. A dále jaký vliv má pořadí použitých barev při sublimačním tisku na výsledný barevný odstín. Tento postup kombinování barviv zatím nebyl použit v žádné textilní technologii. Z daných vzorků se vytvořily dvojkombinace a trojkombinace barviv. Vznikly pomocí sublimačního tisku při teplotě 200 °C po dobu 90 s. Kombinace a pořadí barev jsou znázorněny v tabulkách č. 3 a 4, takto byly vytvořeny kombinace na obou testovaných milifé. Nejdříve se otiskla sublimačním tiskem základní barva z přenosového papíru a následně se na stejnou už obarvenou část přiložil přenosový papír s jinou barvou. Kombinace byly naskenovány do počítačové podoby při jasů -30 bodů a rozlišení 1200 DPI. Dále se pomocí programu image J a funkce histogramu zjistily souřadnice RGB.

Kombinace barviv byly vytvořeny i při sublimačním tisku při teplotě 200 °C po dobu 30 s. Tyto kombinace slouží pro vytvoření výpočetního mechanismu času potřebného k sublimačnímu tisku tak, aby se získala požadovaný výsledný odstín barvy.

Tabulka 3: Přehled vytvořených dvojkombinací

Dvojkombinace barviv	
1	Disperse Yellow 60/ Disperse Blue 56,
2	Disperse Yellow 60/ Disperse Red 60
3	Disperse Red 60/ Disperse Yellow 60
4	Disperse Red 60/ Disperse Blue 56
5	Disperse Blue 56/ Disperse Red 60
6	Disperse Blue 56/ Disperse Yellow 60

Tabulka 4: Přehled vytvořených trojkombinací

Trojkombinace	
1	Disperse Red 60/ Disperse Yellow 60/ Disperse Blue 56
2	Disperse Red 60/ Disperse Blue 56/ Disperse Yellow 60
3	Disperse Blue 56/ Disperse Yellow 60/ Disperse Red 60
4	Disperse Blue 56/ Disperse Red 60/ Disperse Yellow 60
5	Disperse Yellow 60/ Disperse Blue 56/ Disperse Red 60
6	Disperse Yellow 60/ Disperse Red 60, Disperse Blue 56

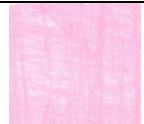
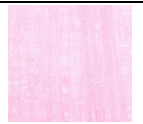






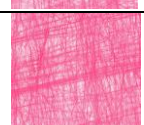

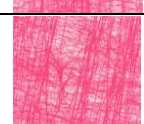
6 Výsledky

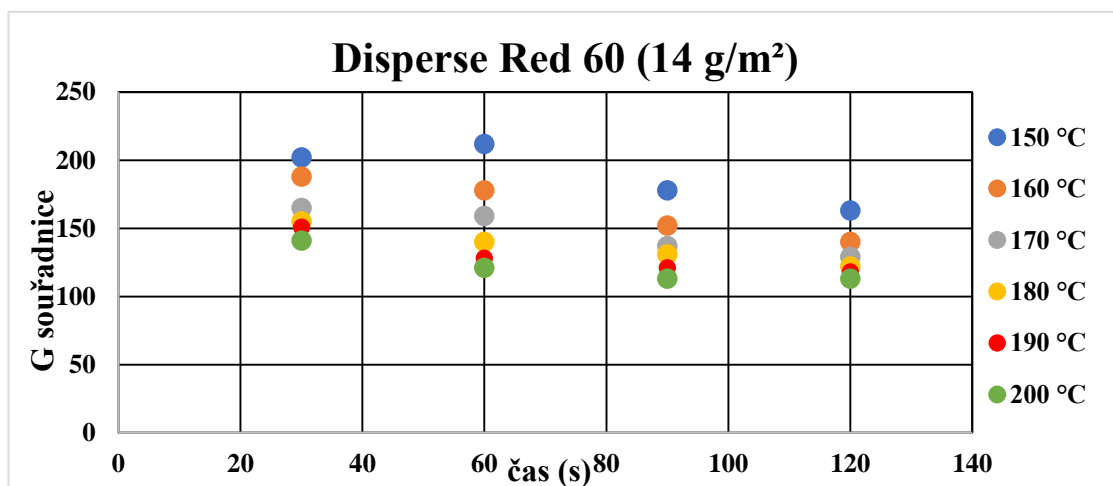
6.1 Vyhodnocení vlivu teploty a času při přenosu barviva na netkanou textilií s RGB souřadnicemi

Čistý neobarvený vzorek testované netkané textilie má pro srovnání hodnoty souřadnic RGB 250,250,250.

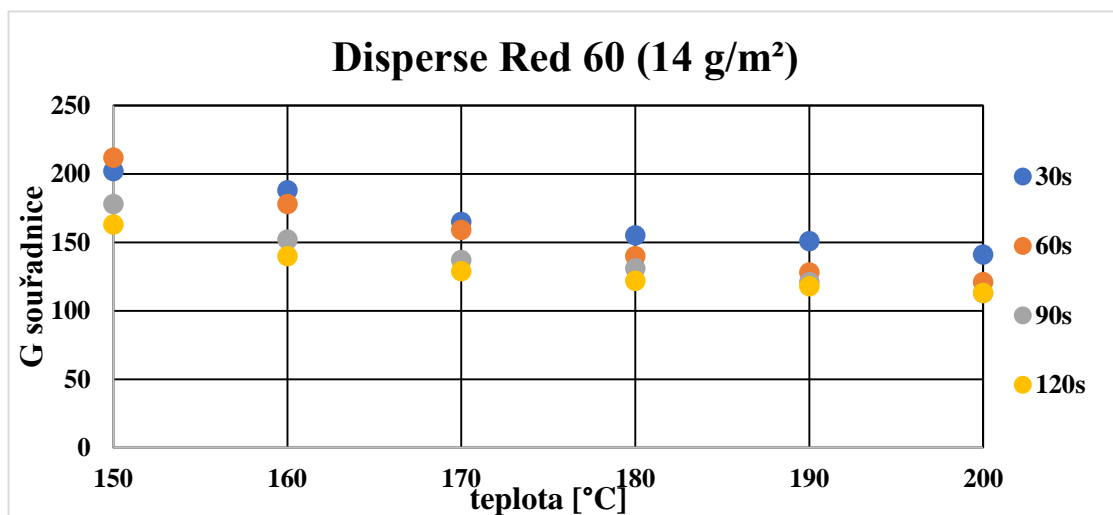
Na tabulce č. 5 můžeme vidět oskenované vzorky o plošné hmotnosti 14 g/m² obarvené barvivem Disperse Red 60 a RGB souřadnice. Velká pozornost se věnovala G souřadnici, která nejcitlivěji reaguje na koncentraci tohoto barviva. Závislost G souřadnic na teplotě či času při procesu sublimačního tisku, můžeme vidět na obrázku č. 19, 20. Z těchto grafů je zřejmé, že nejlepšího barevného odstínu se dosáhne sublimačním přenosem při teplotě 200 °C po dobu 90 sekund.

Tabulka 5: Oskenované vzorky o plošné hmotnosti 14 g/m², RGB souřadnice

C°/t	30 s	RGB	60 s	RGB	90 s	RGB	120 s	RGB
150 C°		251 202 231		251 212 237		249 178 215		249 163 203
160 C°		251 188 237		250 178 199		250 152 196		247 140 187
170 C°		250 165 197		250 159 200		247 137 181		246 129 173
180 C°		248 155 202		248 140 184		246 131 174		247 122 167
190 C°		249 151 199		249 128 169		245 121 172		248 118 165
200 C°		247 141 184		246 121 164		245 113 157		246 113 155



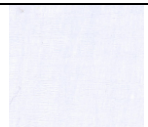
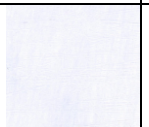
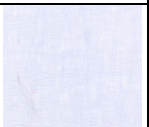

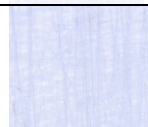







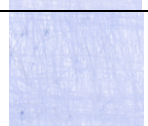



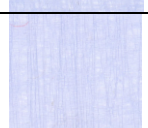

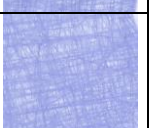


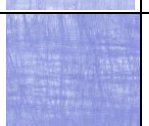

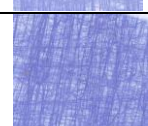
Obrázek 19: Výsledky sublimačního tisku Disperse Red 60 v závislosti na čase

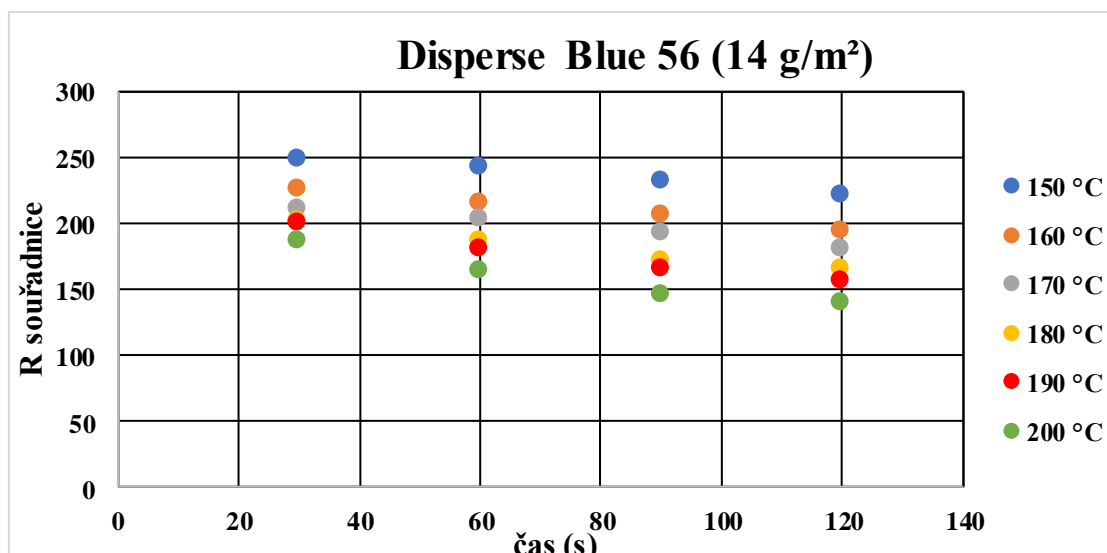


Obrázek 20: Výsledky sublimačního tisku Disperse Red 60 v závislosti na teplotě

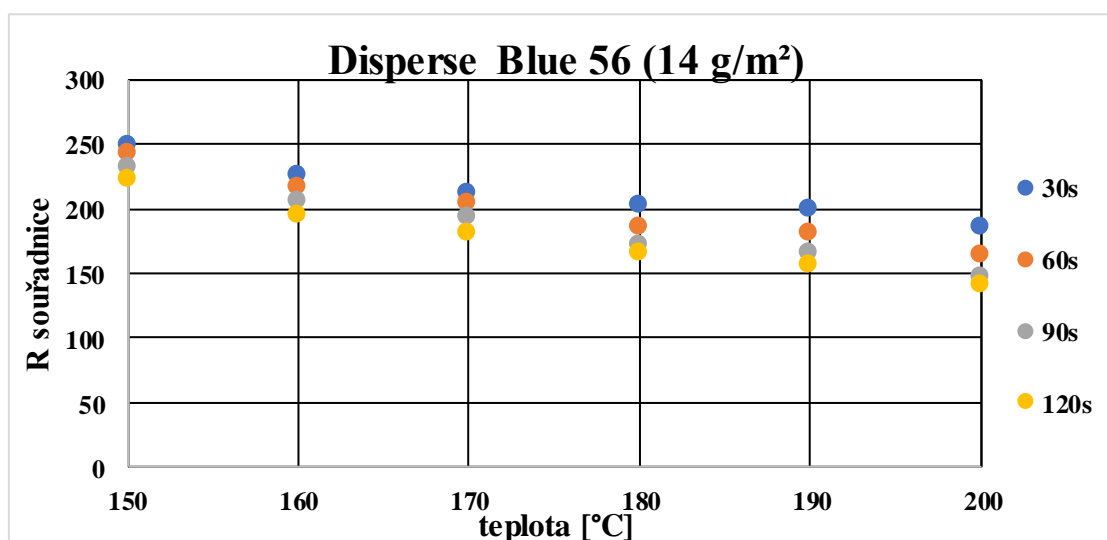
Tabulka č. 6 ukazuje oskenované vzorky o plošné hmotnosti 14 g/m^2 obarvené barvivem Disperse Blue 56 a RGB souřadnice. Velká pozornost se věnovala R souřadnici, která nejcitlivěji reaguje na koncentraci tohoto barviva. Závislost R souřadnic na teplotě či času při procesu sublimačního tisku je vidět na obrázku č. 21,22. Z těchto grafů je zřejmé, že nejlepšího barevného odstínu se dosáhne sublimačním přenosem při teplotě 200°C po dobu 90 sekund.

Tabulka 6: Oskénované vzorky o plošné hmotnosti 14 g/m^2 , RGB souřadnice

C°/ t	30 s	RGB	60 s	RGB	90 s	RGB	120 s	RGB
150 C°		248 242 251		243 244 251		232 233 250		222 226 249
160 C°		226 224 248		216 221 248		206 206 245		194 201 243
170 C°		211 220 248		204 213 246		193 200 243		180 193 242
180 C°		202 215 247		186 194 239		172 177 233		166 175 234
190 C°		200 218 248		180 187 235		165 179 234		156 170 230
200 C°		186 192 239		164 164 226		146 148 217		140 147 217



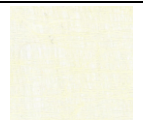
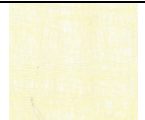






















Obrázek 21: Výsledky sublimačního tisku Disperse Blue 56 v závislosti na čase

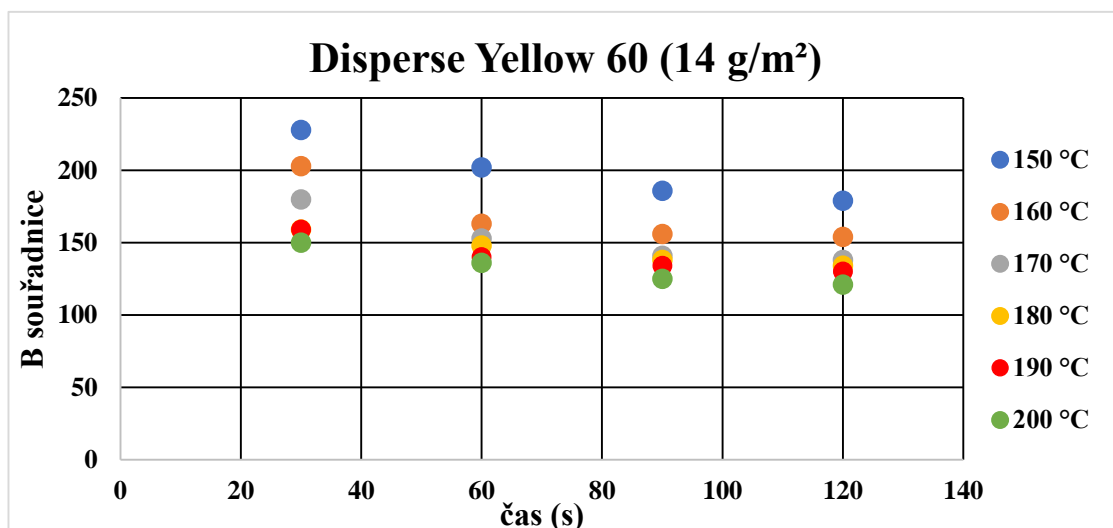


Obrázek 22: Výsledky sublimačního tisku Disperse Blue 56 v závislosti na teplotě

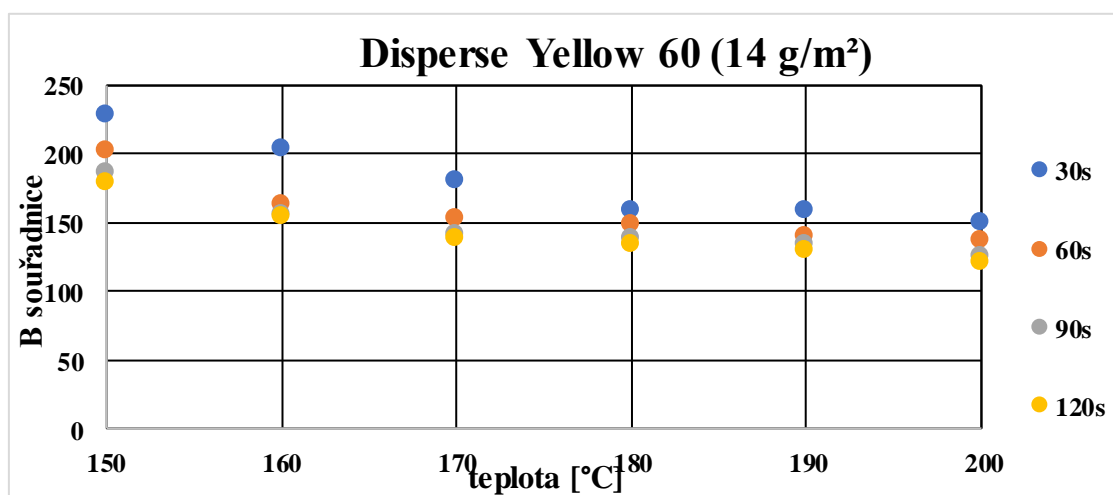
Tabulka č. 7 znázorňuje oskenované vzorky o plošné hmotnosti 14 g/m² obarvené barvivem Disperse Yellow 60 a RGB souřadnice. Velká pozornost se věnovala B souřadnici, která nejcitlivěji reaguje na koncentraci tohoto barviva. Závislost B souřadnic na teplotě či času při procesu sublimačního tisku, ukazuje obrázek č. 23,24. Z těchto grafů je zřejmé, že nejlepšího barevného odstínu se dosáhne sublimačním přenosem při teplotě 200 °C po dobu 90 sekund.

Tabulka 7: Oskenované vzorky o plošné hmotnosti 14 g/m², RGB souřadnice

C°/ t	30 s	RGB	60 s	RGB	90 s	RGB	120 s	RGB
150 C°		247 247 228		249 246 202		249 245 186		251 246 179
160 C°		249 245 203		250 242 163		250 239 156		250 240 154
170 C°		250 245 180		249 241 153		251 240 141		249 234 138
180 C°		250 241 159		250 242 148		249 238 138		249 236 134
190 C°		249 239 159		250 237 140		249 235 134		250 234 130
200 C°		250 241 150		250 234 136		250 230 121		248 229 121







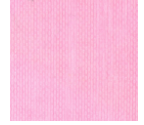





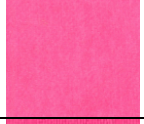













Obrázek 23: Výsledky sublimačního tisku Disperse Yellow 60 v závislosti na čase

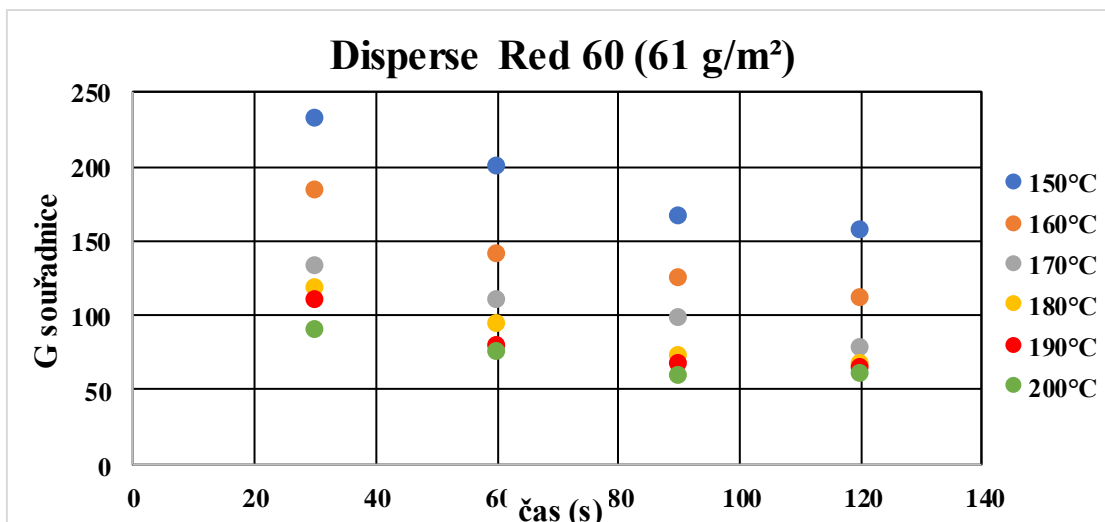


Obrázek 24: Výsledky sublimačního tisku Disperse Yellow 60 v závislosti na teplotě

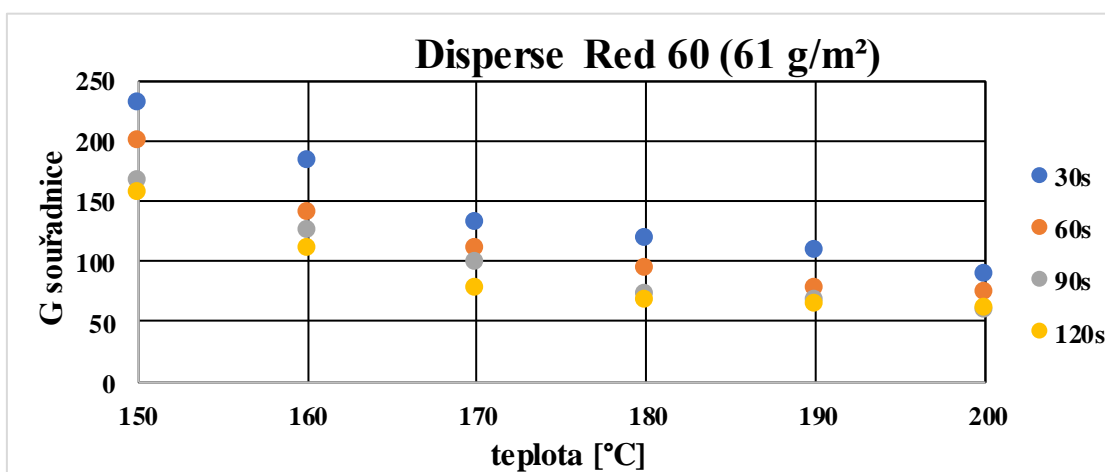
V tabulce č. 8 je znázorněn soubor oskenovaných vzorků o plošné hmotnosti 61 g/m² obarvené barvivem Disperse Red 60 a RGB souřadnice. Velká pozornost se věnovala G souřadnici, která nejcitlivěji reaguje na koncentraci tohoto barviva. Závislost G souřadnic na teplotě či času při procesu sublimačního tisku znázorňuje obrázek č. 25,26. Z těchto grafů je zřejmé, že nejlepšího barevného odstínu se dosáhne sublimačním přenosem při teplotě 200 °C po dobu 90 sekund.

Tabulka 8: Oskénované vzorky o plošné hmotnosti 61 g/m², RGB souřadnice

C°/t	30 s	RGB	60 s	RGB	90 s	RGB	120 s	RGB
150 C°		251 232 246		251 200 228		250 166 208		251 157 203
160 C°		250 184 216		251 140 179		250 125 181		251 111 170
170 C°		250 132 186		250 110 169		251 98 159		251 77 139
180 C°		250 118 173		251 93 154		249 72 136		250 67 130
190 C°		251 109 171		250 78 141		251 67 129		250 64 129
200 C°		250 89 150		251 74 142		249 59 121		250 60 117



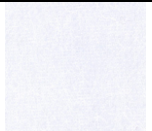



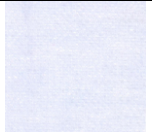





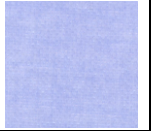





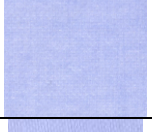
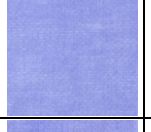
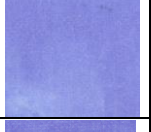
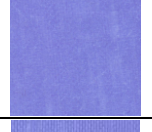




Obrázek 25: Výsledky sublimačního tisku Disperse Red 60 v závislosti na čase

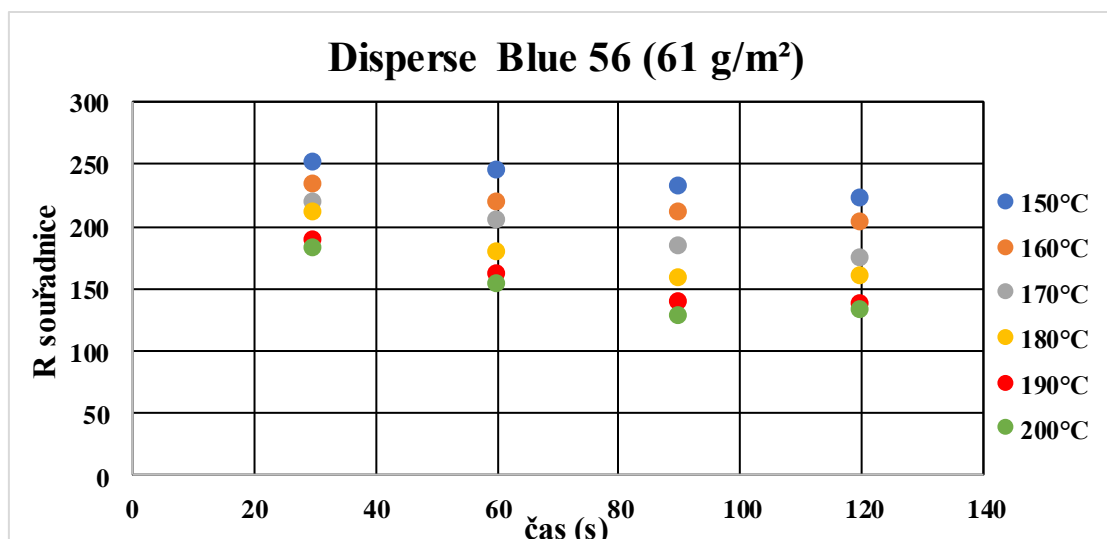


Obrázek 26: Výsledky sublimačního tisku Disperse Red 60 v závislosti na teplotě

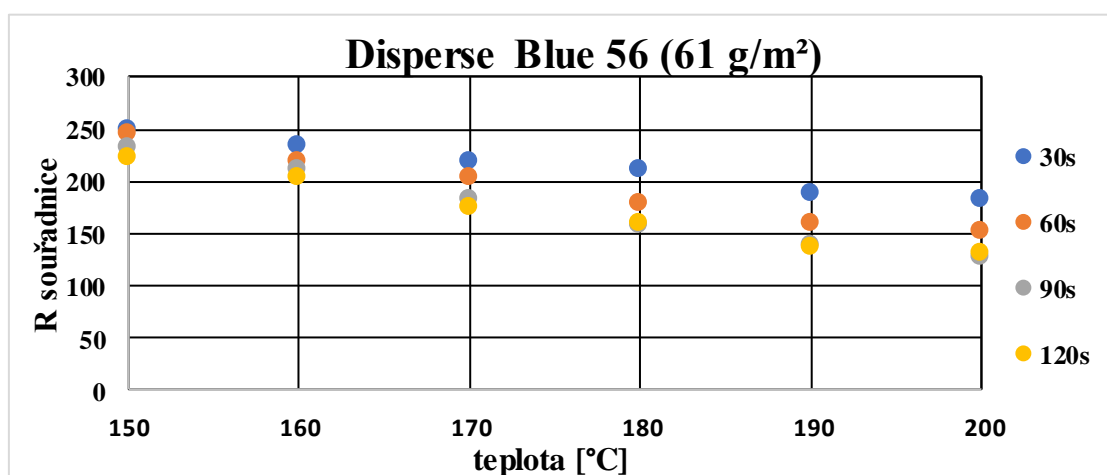
Na tabulce č. 9 můžeme vidět oskenované vzorky o plošné hmotnosti 61 g/m² obarvené barvivem Disperse Blue 56 a RGB souřadnice. Velká pozornost se věnovala R souřadnici, která nejcitlivěji reaguje na koncentraci tohoto barviva. Závislost R souřadnic na teplotě či času při procesu sublimačního tisku, můžeme vidět na obrázku č. 27, 28. Z těchto grafů je zřejmé, že nejlepšího barevného odstínu se dosáhne sublimačním přenosem při teplotě 200 °C po dobu 90 sekund.

Tabulka 9: Oskenované vzorky o plošné hmotnosti 61 g/m², RGB souřadnice

C°/t	30 s	RGB	60 s	RGB	90 s	RGB	120 s	RGB
150 C°		250 244 250		245 244 251		231 233 250		222 225 248
160 C°		233 236 250		218 219 247		210 216 250		203 213 247
170 C°		219 223 251		204 212 246		183 191 241		174 183 240
180 C°		210 216 248		178 187 242		158 165 231		159 166 235
190 C°		188 196 243		160 161 230		139 145 224		136 132 219
200 C°		182 190 239		152 159 230		127 129 214		131 134 216



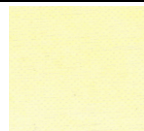
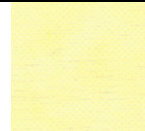



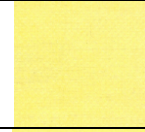


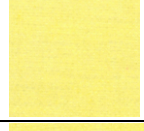



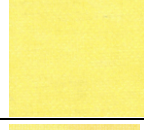

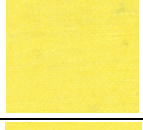

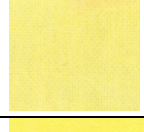

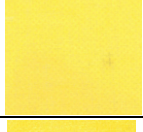





Obrázek 27: Výsledky sublimačního tisku Disperse Blue 56 v závislosti na čase

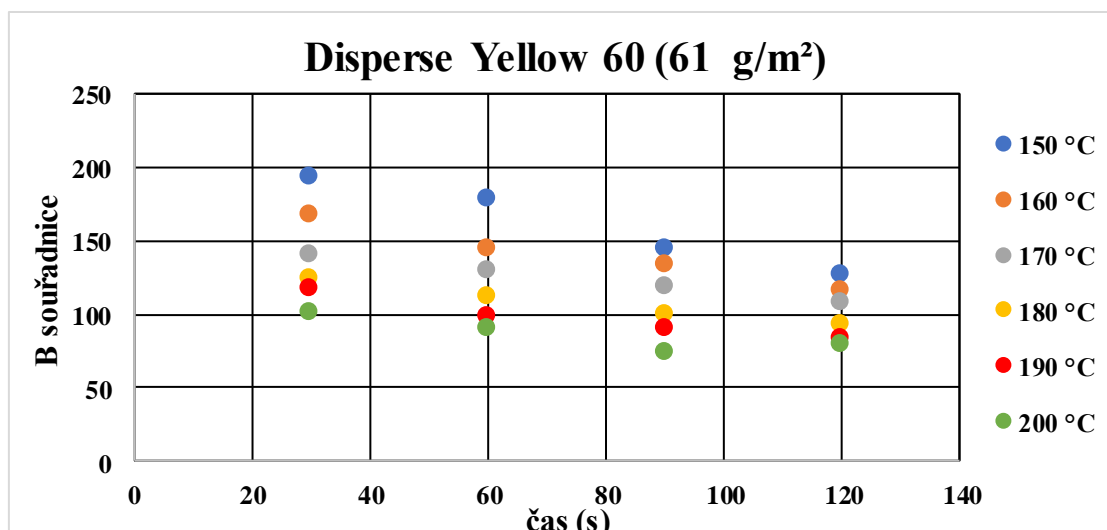


Obrázek 28: Výsledky sublimačního tisku Disperse Blue 56 v závislosti na teplotě

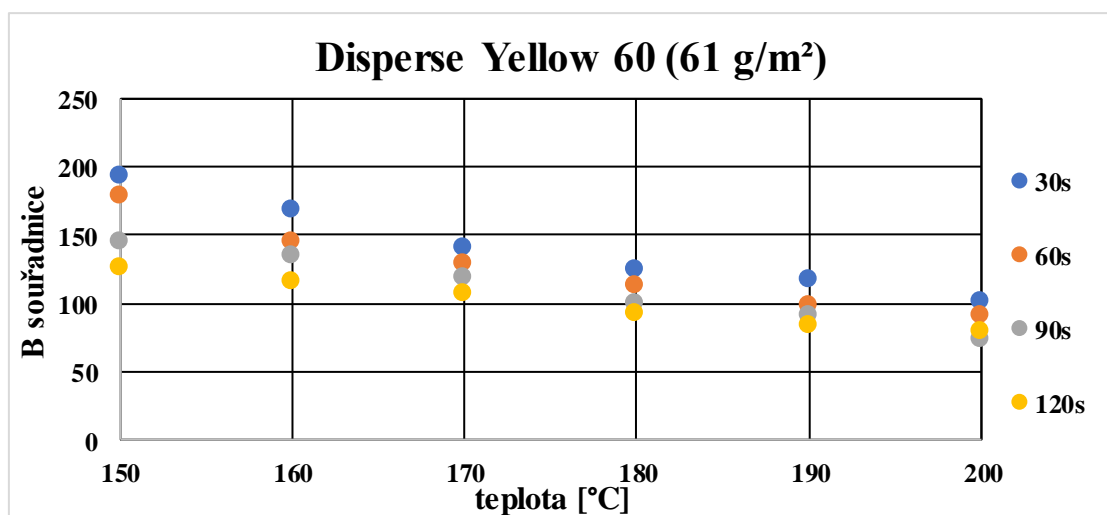
Tabulka č. 10 ukazuje oskenované vzorky o plošné hmotnosti 61 g/m² obarvené barvivem Disperse Yellow 60 a RGB souřadnice. Velká pozornost se věnovala B souřadnici, která nejcitlivěji reaguje na koncentraci tohoto barviva. Závislost B souřadnic na teplotě či času při procesu sublimačního tisku-obrázek č. 29, 30. Z těchto grafů je zřejmé, že nejlepšího barevného odstínu se dosáhne sublimačním přenosem při teplotě 200 °C po dobu 90 sekund.

Tabulka 10: Oskenované vzorky o plošné hmotnosti 61 g/m², RGB souřadnice

C°/t	30 s	RGB	60 s	RGB	90 s	RGB	120 s	RGB
150 C°		251 249 194		251 249 178		251 246 145		248 237 126
160 C°		252 250 168		251 243 145		251 244 134		251 240 116
170 C°		251 242 140		252 244 129		249 236 118		251 241 107
180 C°		250 240 124		251 241 112		249 235 100		251 237 92
190 C°		246 236 117		250 235 98		251 232 90		251 232 83
200 C°		251 240 101		251 236 90		251 230 73		251 233 79



Obrázek 29: Výsledky sublimačního tisku Disperse Yellow 60 v závislosti na čase



Obrázek 30: Výsledky sublimačního tisku Disperse Yellow 60 v závislosti na teplotě

6.2 Vyhodnocení stálostí

Testovaly se stálosti v alkalickém potu a na světle. Výsledné vzorky po testování stálostí byly hodnoceny pomocí modré či šedé stupnice. Všechny vzorky se naskenovaly do počítačové podoby při nastaveném rozlišení 1200 DPI a jasů -30 bodů.

6.2.1 Stálost v alkalickém potu

V tabulce č. 11 jsou znázorněny výsledné stálosti v alkalickém potu. Testování se provádělo vizuálním srovnáním se šedou stupnicí. U vzorků se neprojevila žádná změna odstínu ani zapuštění do doprovodné tkaniny. Proto lze konstatovat, že všechna použitá barviva při sublimování, mají vynikající stálosti v alkalickém potu.

Tabulka 11: Hodnocení stálostí v alkalickém potu - dle šedé stupnice

Hodnocené barvivo (plošná hmotnost vzorku)	Změna odstínu vzorku	Zapuštění do doprovodné tkaniny	
		Bavlna	Polyester
Disperse Red 60 (61 g/m ²)	5	5	5
Disperse Blue 56 (61 g/m ²)	5	5	5
Disperse Yellow 60 (61 g/m ²)	5	5	5
Disperse Red (14 g/m ²)	5	5	5
Disperse Blue (14 g/m ²)	5	5	5
Disperse Yellow (14 g/m ²)	5	5	5

6.2.2 Stálost na světle

Tabulka č. 12 znázorňuje výsledné stálosti na světle. Testování probíhalo v UV skříni po dobu 8 hodin. Vzorky byly hodnoceny pomocí modré stupnice vizuálním srovnáním.

Tabulka 12: Hodnocení stálosti na světle - dle modré stupnice

Hodnocené barvivo na textili (plošná hmotnost textile)	Změna odstínu vzorku
Disperse Red (61 g/m ²)	Žádná
Disperse Blue (61 g/m ²)	Žádná
Disperse Yellow (61 g/m ²)	Žádná
Disperse Red (14 g/m ²)	Žádná
Disperse Blue (14 g/m ²)	Žádná
Disperse Yellow (14 g/m ²)	Žádná








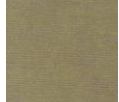




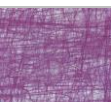

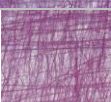


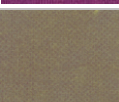
6.3 Vyhodnocení kombinací barviv

Další testování mělo prokázat, jaký vliv má kombinace pořadí barev při přenosovém tisku na výslednou barvu. Hodnocení proběhlo za pomoci RGB souřadnic.

6.3.1 Dvojkombinace

V tabulce č. 13 jsou znázorněny dvojkombinace barviv, pořadí barev při sublimačním tisku a jejich RGB souřadnice. K porovnání jsou přiloženy samostatné jednobarevné vzorky s RGB souřadnicemi. Z uvedených souřadnic je zřejmé, že pořadí barev při sublimačním tisku nemá žádný vliv na vzniklé kombinace.



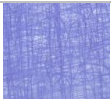




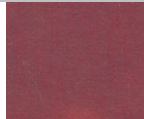








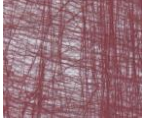

Tabulka 13: Přehled dvojkombinací barev s RGB souřadnicemi

Dvojkombinace barviv (200 °C 90 s)				
Barvivo	Netkaná textilie (14 g/m²)	RGB	Netkaná textilie (61 g/m²)	RGB
Disperse Red 60		245 113 157		249 59 121
Disperse Blue 56		146 148 217		127 129 214
Disperse Yellow 60		250 230 121		251 230 73
Disperse Yellow 60/Disperse Blue 56		159 155 141		142 132 98
Disperse Yellow 60/Disperse Red 60		245 109 117		250 70 83
Disperse Red 60/Disperse Yellow 60		246 122 123		249 74 71
Disperse Red 60/Disperse Blue 56		153 110 155		144 65 127
Disperse Blue 56 /Disperse Red 60		166 123 159		127 53 108
Disperse Blue 56 /Disperse Yellow 60		155 151 140		131 117 96

6.3.2 Trojkombinace

Tabulka č. 14 ukazuje trojkombinace barviv a pořadí barev při sublimačním tisku a jejich RGB souřadnice. K porovnání jsou přiloženy samostatné jednobarevné vzorky s RGB souřadnicemi, stejně jako u tabulky č. 13. Z uvedených souřadnic je zřejmé, že pořadí barev při sublimačním tisku nemá opět žádný vliv na vzniklé kombinace.

Tabulka 14: Přehled trojkombinací barev s RGB souřadnicemi

Trojkombinace barviv (200 °C 90 s)				
Barvivo	Netkaná textilie (14 g/m ²)	RGB	Netkaná textilie (61 g/m ²)	RGB
Disperse Red 60		245 113 157		249 59 121
Disperse Blue 56		146 148 217		127 129 214
Disperse Yellow 60		250 230 121		251 230 73
Disperse Red 60/Disperse Yellow 60/ Disperse Blue 56		162 117 124		137 71 80
Disperse Red 60/Disperse Blue 56/ Disperse Yellow 60		159 114 119		143 65 67
Disperse Blue 56 /Disperse Yellow 60/ Disperse Red 60		170 112 120		148 61 68
Disperse Blue 56 /Disperse Red 60/ Disperse Yellow 60		167 107 115		143 71 74
Disperse Yellow 60/Disperse Blue 56/ Disperse Red 60		161 108 119		146 70 81
Disperse Yellow 60/Disperse Red 60/ Disperse Blue 56		150 110 119		137 61 73

6.4 Výpočetní mechanismus

Navržený výpočetní mechanismus pro barvení sublimačním postupem je sestaven pro výpočet potřebné doby působení sublimačního tisku, který pracuje s RGB souřadnicemi výsledného odstínu barvy. Vytvořil se pro obě testované netkané textilie Milifé. Základ výpočtu byl vzat z diplomové práce paní Ing. Michaely Ježkové, která navrhla obdobný mechanismus pro výpočet pigmentu.

Pro samotný výpočet potřebného času pro sublimační tisk při teplotě 200 °C je potřeba vypočítat absorbance A_r , A_g a A_b . Vzorec pro výpočet je znázorněn na obrázku č. 31. Další důležitá složka jsou absorpční koeficienty e_R , e_G a e_B . Ty se získají z absorbancí vložených do lineární spojnice v grafu. Absorpční koeficienty jsou tedy výsledné hodnoty lineární spojnice. V tabulce č. 15 jsou tyto hodnoty uvedeny pro Milifé s plošnou hmotností 61 g/m². [20]

Výpočet absorbance:

$$A_r = -\ln\left(\frac{\text{souřadnice složky } G}{255}\right)$$

Obrázek 31: Výpočet absorbance pro složku souřadnice G [20]

Tabulka 15: Absorpční koeficienty Milifé s plošnou hmotností 61 g/m²

	r	g	b
ŽLUTÁ	0,02	0,01	0,13
ČERVENÁ	0,02	0,15	0,08
MODRÁ	0,07	0,06	0,02

Tabulka 16: Obecné absorpční koeficienty [20]

	eR	eB	eG
Žlutá	a1	a2	a3
Červená	a4	a5	a6
Modrá	a7	a8	a9

Z údajů stanovených výše, lze vypočítat pomocí soustavy tří lineárních rovnic se třemi neznámými hodnotami požadovanou dobu přenosového tisku pro dávku barviva Disperse Yellow DŽ, Disperse Blue Dm a Disperse Red DČ. Pro výpočet níže uvedených rovnic bylo použito Cramerovo pravidlo pro řešení soustav lineárních rovnic. U kterých platí, že determinant primární matice je různý od nuly. [20]

Soustava rovnic:

- $Ar = (a1 * Dž) + (a4 * Dč) + (a7 * Dm)$
- $Ag = (a2 * Dž) + (a5 * Dč) + (a8 * Dm)$
- $Ab = (a3 * Dž) + (a6 * Dč) + (a9 * Dm)$

Vypočítá se determinant matice soustavy rovnic:

$$\Delta = (a1 * a5 * a9) + (a4 * a8 * a3) + (a7 * a2 * a6) - (a7 * a5 * a3) - (a8 * a6 * a1) - (a9 * a4 * a2)$$

$$\Delta 1 = (Ar * a5 * a9) + (a4 * a8 * Ab) + (a7 * Ag * a6) - (a7 * a5 * Ab) - (a8 * a6 * Ar) - (a9 * a4 * Ag)$$

$$\Delta 2 = (a1 * Ag * a9) + (Ar * a8 * a3) + (a7 * a2 * Ab) - (a7 * Ag * a3) - (a8 * Ab * a1) - (a9 * Ar * a2)$$

$$\Delta 3 = (a1 * a5 * Ab) + (a4 * Ag * a3) + (Ar * a2 * a6) - (Ar * a5 * a3) - (Ag * a6 * a1) - (Ab * a4 * a2)$$

Tabulka 17: Vzorové výpočty pro Milifé 61 g/m²

	požadované hodnoty vzorku		Použité regresní koeficienty		
R=	246		r	g	b
G=	113	ŽLUTÁ	0,018	0,0097	0,1261
B=	155	ČERVENÁ	0,022	0,1503	0,0768
		MODRÁ	0,0659	0,0626	0,0155
	Sekundy				
	vypočtená doba termotransferu		Dílčí výpočty		
žlutý	0		absorbance		
červený	84		0,035932 R		
modrý	1		0,813876 G		
			0,497838 B		
			Δ =	-0,00107	
			Δ1 =	-0,00285	
			Δ2 =	-0,00567	
			Δ3 =	0,000537	

Tabulka 18: Vzorové výpočty pro Milifé 14 g/m²

	požadované hodnoty vzorku	použité regresní koeficienty			
R=	246	ŽLUTÁ ČERVENÁ MODRÁ	r	g	b
G=	113		0,00	0,01	0,08
B=	155		0,00	0,09	0,05
			0,06	0,06	0,02
	sekundy	dílčí výpočty			
	vypočtená doba termotransferu	absorbance			
žlutý	0	0,035932 R			
červený	84	0,813876 G			
modrý	1	0,497838 B			
		Δ =	-0,00039		
		Δ1 =	5,41E-05		
		Δ2 =	-0,00355		
		Δ 3 =	0,000277		

Na tabulkách č. 19, 20 je znázorněna ukázka schopnosti modelu výpočtu sublimačního tisku při teplotě 200 °C po dobu 30 s a 90 s. Zde je vidět realita výsledné barvy oproti predikci barev vypočítané z navrženého modelu. Predikovaná barva je tmavší oproti reálné barvě. Tato skutečnost vznikla na základě toho, že se testovalo málo bodů. Pro samotný odhad potřebných časů nám tento mechanismus postačí.

Tabulka 19: Ukázka predikční schopnosti modelu při teplotě 200 °C do dobu 30 s

Milifé (14 g/m²)											
Sublimační tisk při 200 °C			Realita						Predikce		
Disperse Yellow 60	Disperse Red 60	Disperse Blue 56	R	G	B	realita	predikce	R	G	B	
30 s			247	232	131			252	249	187	
	30 s		245	142	177			241	153	187	
		30 s	200	200	243			162	189	236	
30 s	30 s		245	130	132			238	149	137	
30 s		30 s	201	197	143			160	184	172	
	30 s	30 s	196	134	182			153	114	172	
30 s	30 s	30 s	213	151	151			151	111	126	
Milifé (61 g/m²)											
Sublimační tisk při 200 °C			Realita						Predikce		
Disperse Yellow 60	Disperse Red 60	Disperse Blue 56	R	G	B	realita	predikce	R	G	B	
30 s			252	237	113			231	223	178	
	30 s		251	101	161			242	112	181	
		30 s	185	183	228			128	167	234	
30 s	30 s		251	104	97			219	99	126	
30 s		30 s	195	186	126			116	148	163	
	30 s	30 s	194	93	156			121	74	166	
30 s	30 s	30 s	204	109	95			110	65	116	

Tabulka 20: Ukázka predikční schopnosti modelu při teplotě 200 °C po dobu 90 s

Milifé (14 g/m²)										
Sublimační tisk při 200 °C			Realita					Predikce		
Disperse Yellow 60	Disperse Red 60	Disperse Blue 56	R	G	B	realita	predikce	R	G	B
90 s			250	230	121			249	244	149
	90 s		245	113	157			231	106	149
		90s	146	148	217			117	152	221
90 s	90 s		245	109	117			226	101	87
90 s		90 s	155	151	140			114	146	129
	90 s	90 s	166	123	159			106	63	129
90 s	90 s	90 s	162	117	124			103	60	75
Milifé (61 g/m²)										
Sublimační tisk při 200 °C			Realita					Predikce		
Disperse Yellow 60	Disperse Red 60	Disperse Blue 56	R	G	B	realita	predikce	R	G	B
90 s			251	230	73			215	207	136
	90 s		249	59	121			233	61	141
		90 s	127	129	214			77	123	220
90 s	90 s		249	74	71			196	50	75
90 s		90 s	142	132	98			65	100	118
	90 s	90 s	144	65	127			70	30	122
90 s	90 s	90 s	137	71	80			59	24	65

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout jednoduchou metodu barvení netkané polyesterové textilie sublimačním tiskem. Tato metoda byla navržena jako možnost náhrady japonského papíru, který se používá pro restaurování knih. Vzhledem ke svým výborným mechanickým vlastnostem se testovaly dvě strukturně stejné netkané polyesterové textilie s rozdílnou plošnou hmotností.

Postup sublimačním tiskem je považován za nejrychlejší a nejjednodušší postup barvení polyesterové netkané textilie. Pro restaurátorské potřeby je ovšem nutné barvy kombinovat. Bylo zjištěno, že na barevnou škálu nemá vliv pořadí jednotlivých barev při tisku sublimačním postupem.

Současně bylo snahou navrhnout mechanismus výpočtu potřebného času přenosu barviv při teplotě 200 °C podle RGB souřadnic. Tyto časy slouží k dosažení požadovaného odstínu pomocí kombinování základních barviv.

Při testování stálostí v alkalickém potu a na světle se u testovaných vzorků vyhotovených při 200 °C po dobu 90 sekund prokázaly velmi dobré výsledky. Uvedené stálosti jsou potřebné při manipulaci a případném vystavování knih. Testovaná netkaná textilie prokázala, že může být velmi dobrou náhradou japonského papíru, nejen z důvodu skvělých mechanických vlastností. Velkou výhodou je možnost jednoduše a kvalitně tuto polyesterovou netkanou textilií barvit za zachování skvělých stálostí. Za zmínku rovněž stojí i finanční stránka, kdy dochází k nezanedbatelné finanční úspoře při tomto postupu.

Použitá literatura

- [1] **JIRSÁK, O. a MACKOVÁ, I.** *Netkané textilie*. V Liberci: Technická univerzita, 2001. ISBN 80-7083-511-7.
- [2] **JIRSÁK, O. a KALINOVÁ, K.** *Netkané textilie*. V Liberci: Technická univerzita, 2003.
- [3] **KRČMA, R.** *Netkané textilie: (teoretické základy)*. Díl 1. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1971.
- [4] **Netkané textilie. Materiály 2.** *Představujeme Vám pohodlné a bezplatné nástroje pro publikování a sdílení informací*. [online]. © 2018 [cit. 2018-31-03]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/amp/46150800-Netkane-textilie-materialy-2.html>
- [5] **HLADÍK, V., KOZEL, T. a MIKLAS, Z.** *Textilní materiály*. 2. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1984.
- [6] **KRČMA, R. a KOLEKTIV.** *Netkané textilie*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1962.
- [7] **CARRAHER, CH. E.** *Carraher's polymer chemistry*. Boca Raton: CRC Press, 2014. ISBN: 978-1-4665-5203-6.
- [8] **MILITKÝ, J.** *Textilní vlákna: klasická a speciální*. [2. vydání]. V Liberci: Technická univerzita, 2012. ISBN 978-80-7372-844-1.
- [9] **PILLER, B. a LEVINSKÝ.** *Malá encyklopedie textilních materiálů*. 2. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1982.
- [10] **FRYDECKÁ, E., VAŇOVÁ, J. a KROTKÝ, S.** *Textil-technika-současnost*. V Liberci: Technická univerzita, 2005. ISBN 80-7372-031-0.
- [11] **PRÁŠIL, M.** *Analýza a modelování kinetiky přenosového tisku plošných textilií*. Liberec 1984, Kandidátský disertační práce. Vysoká škola strojní a textilní v Liberci.
- [12] **PRÁŠIL, M., ŠAŠKOVÁ, J.** *Potiskování textilií*. V Liberci: Technická univerzita, 2008. ISBN 978-80-7372-330-9.

- [13] **KRYŠTŮFEK, J., WIENER, J. a MACHÁŇOVÁ, D.** *Barvení textilií II.* V Liberci: Technická univerzita, 2012. ISBN 978-80-7372-796-3.
- [14] **BRABCOVÁ, J.** *Sublimační tisk na bavlně.* Liberec 2017, diplomová práce. Technická univerzita Liberec.
- [15] **World dye variety.** *Disperse blue 56* [online]. © 2013 [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <http://www.worlddyevariety.com/disperse-dyes/disperse-blue-56.html>.
- [16] **World dye variety.** *Disperse yellow 60* [online]. © 2013 [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <http://www.worlddyevariety.com/disperse-dyes/disperse-yellow-60.html>.
- [17] **Sigma-Aldrich: Analytical.** *Chemistry & Materials Science products and services.* Sigma-Aldrich. [online] © 2018 [cit. 2018-04-26] Dostupné z: <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/s477648?lang=en&ion=CZ>.
- [18] **ICT kompetence.** *Katedra technické a informační výchovy* [online]. Olomouc 2018 [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <http://www.kteiv.upol.cz/frvs/ict-kubricky/?page=pocitacova-grafika/barevny-model-dpi>.
- [19] **ČSN EN ISO 80 0165.** *Zkoušky stálobarevnosti-Část E04: Stálobarevnost v potu.* Praha: Český normalizační institut, 1994.
- [20] **JEŽKOVÁ, M.** *Opravy textilních částí knižní vazby.* Liberec 2017, diplomová práce. Technická univerzita Liberec.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Proces melt-blown zvlákňování: 1- polymerní tavenina, 2- horký vzduch, 3- studený vzduch, 4- proud dloužených vláken, 5- kolektor [2]	6
Obrázek 2: Základní typ vláknitvorného polymeru [3]	10
Obrázek 3: Hrubé schéma výroby polyesterových vláken [4].....	11
Obrázek 4: Schéma průběhu sublimačního tisku [12]	16
Obrázek 5: Průběh sublimačního tisku	16
Obrázek 6: Netkaná textilie Milifé A licní a rubní strana (plošná hmotnost 14 g/m ²) ...	21
Obrázek 7: Netkaná textilie Milifé B licní a rubní strana (plošná hmotnost 61 g/m ²) ...	22
Obrázek 8: Struktura barviva C. I. Disperse Blue 56 [15].....	23
Obrázek 9: Struktura barviva C. I. Disperse Yellow 60 [16]	23
Obrázek 10: Struktura barviva C. I. Disperse Red 60 [17]	23
Obrázek 11: Tloušťkoměr.....	24
Obrázek 12: Sušicí komora HS 62A.....	24
Obrázek 13: Fulár	25
Obrázek 14: Lis na sublimační tisk.....	25
Obrázek 15: Sušárna	26
Obrázek 16: Perspirometr	26
Obrázek 17: Barevný model RGB [18]	27
Obrázek 18: Výběr barviv nanesených na filtračním papíru	29
Obrázek 19: Výsledky sublimačního tisku Disperse Red 60 v závislosti na čase	35
Obrázek 20: Výsledky sublimačního tisku Disperse Red 60 v závislosti na teplotě	35
Obrázek 21: Výsledky sublimačního tisku Disperse Blue 56 v závislosti na čase	37

Obrázek 22: Výsledky sublimačního tisku Disperse Blue 56 v závislosti na teplotě.....	37
Obrázek 23: Výsledky sublimačního tisku Disperse Yellow 60 v závislosti na čase.....	39
Obrázek 24: Výsledky sublimačního tisku Disperse Yellow 60 v závislosti na teplotě.	39
Obrázek 25: Výsledky sublimačního tisku Disperse Red 60 v závislosti na čase	41
Obrázek 26: Výsledky sublimačního tisku Disperse Red 60 v závislosti na teplotě	41
Obrázek 27: Výsledky sublimačního tisku Disperse Blue 56 v závislosti na čase	43
Obrázek 28: Výsledky sublimačního tisku Disperse Blue 56 v závislosti na teplotě.....	43
Obrázek 29: Výsledky sublimačního tisku Disperse Yellow 60 v závislosti na čase.....	45
Obrázek 30: Výsledky sublimačního tisku Disperse Yellow 60 v závislosti na teplotě.	45
Obrázek 31: Výpočet absorpance pro složku souřadnice G [20].....	50

Seznam tabulek

Tabulka 1: Disperzní barviva a časově-teplotní podmínky pro barvení polyesteru [11]	19
Tabulka 2: Naměřené hodnoty tloušťky	20
Tabulka 3: Přehled vytvořených dvojkombinací	32
Tabulka 4: Přehled vytvořených trojkombinací.....	33
Tabulka 5: Oskenované vzorky o plošné hmotnosti 14 g/m ² , RGB souřadnice.....	34
Tabulka 6: Oskenované vzorky o plošné hmotnosti 14 g/m ² , RGB souřadnice.....	36
Tabulka 7: Oskenované vzorky o plošné hmotnosti 14 g/m ² , RGB souřadnice.....	38
Tabulka 8: Oskenované vzorky o plošné hmotnosti 61 g/m ² , RGB souřadnice.....	40
Tabulka 9: Oskenované vzorky o plošné hmotnosti 61 g/m ² , RGB souřadnice.....	42
Tabulka 10: Oskenované vzorky o plošné hmotnosti 61 g/m ² , RGB souřadnice.....	44
Tabulka 11: Hodnocení stálostí v alkalickém potu - dle šedé stupnice	46
Tabulka 12: Hodnocení stálosti na světle - dle modré stupnice	47
Tabulka 13: Přehled dvojkombinací barev s RGB souřadnicemi	48
Tabulka 14: Přehled trojkombinací barev s RGB souřadnicemi	49
Tabulka 15: Absorpční koeficienty Milifé s plošnou hmotností 61 g/m ²	50
Tabulka 16: Obecné absorpční koeficienty [20]	50
Tabulka 17: Vzorové výpočty pro Milifé 61 g/m ²	51
Tabulka 18: Vzorové výpočty pro Milifé 14 g/m ²	52
Tabulka 19: Ukázka predikční schopnosti modelu při teplotě 200 °C do dobu 30 s.....	52
Tabulka 20: Ukázka predikční schopnosti modelu při teplotě 200 °C po dobu 90 s.....	53